



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS EN EL
ÁREA DE BODEGA DE MATERIAS PRIMAS EN UNA EMPRESA DE FRITURAS**

Diana Rodríguez Herrarte

Asesorado por el Ing. Emerson Marroquín Hernández

Guatemala, septiembre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS EN
EL ÁREA DE BODEGA DE MATERIAS PRIMAS EN UNA EMPRESA DE FRITURAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

DIANA RODRÍGUEZ HERRARTE

ASESORADO POR EL ING. EMERSON MARROQUÍN HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Edwin Antonio Bracamonte Orozco
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
EXAMINADORA	Inga. Lenny Virginia Gaitán Rivera
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS EN EL ÁREA DE BODEGA DE MATERIAS PRIMAS EN UNA EMPRESA DE FRITURAS

Tema que me fuera asignado por la dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha mayo de 2009.


Diana Rodríguez Herrarte

Guatemala, 9 de abril, 2010

Ing. César Urquizú
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad.

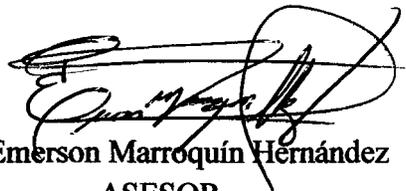
Estimado Ing. Urquizú

Adjunto a la presente encontrará el trabajo de graduación titulado, **“PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS EN EL ÁREA DE BODEGA DE MATERIAS PRIMAS EN UNA EMPRESA DE FRITURAS”**, presentado por la estudiante universitaria Diana Rodríguez Herrarte, previo a optar al título de Ingeniera Industrial.

En mi calidad de asesor me permito comunicarle que este documento de tesis fue revisado y reescrito hasta quedar satisfecho del trabajo efectuado. Estimo que constituye un valioso aporte a la Facultad de Ingeniería, razón por la cual me permito someterlo a su consideración para aprobación.

Agradeciendo su atención me suscribo,

Atentamente,



Ing. Emerson Marroquín Hernández
ASESOR



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS EN EL ÁREA DE BODEGA DE MATERIAS PRIMAS EN UNA EMPRESA DE FRITURAS**, presentado por la estudiante universitaria **Diana Rodríguez Herrarte**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Una firma manuscrita en tinta negra, que parece ser la del Sr. Byron Estuardo Ixpatá Reyes.

Ing. Byron Estuardo Ixpatá Reyes
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2010.

/mgp



REF.DIR.EMI.145.011

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS EN EL ÁREA DE BODEGA DE MATERIAS PRIMAS EN UNA EMPRESA DE FRITURAS**, presentado por la estudiante universitaria **Diana Rodríguez Herrarte**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, septiembre de 2011.

/mgp



DTG. 361.2011

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS EN EL ÁREA DE BODEGA DE MATERIAS PRIMAS EN UNA EMPRESA DE FRITURAS**, presentado por la estudiante universitaria **Diana Rodríguez Herrarte**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 29 de septiembre de 2011.

/gdech

AGRADECIMIENTOS A:

La Facultad de Ingeniería

Por darme el conocimiento.

**La Universidad de San Carlos de
Guatemala**

Por permitirme cumplir la meta en
esta honorable casa de estudios

Ing. Emerson Marroquín

Por su desinteresada ayuda en la
elaboración de esta tesis.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por todas las bendiciones recibidas y haberme cuidado durante mucho tiempo.
La Virgen María	Por resguardarme.
Mi madre	Por su amor y ejemplo de perseverancia.
Mi esposo	Por su compañía en los buenos y malos momentos.
Mis hijos	Por ser los motores que me impulsan cada día.
Mis hermanos	Por su apoyo incondicional.
Mis sobrinos	Por su cariño y admiración.
Mi abuela Romelia	Porque desde donde estés siempre velas por mí.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	I
LISTA DE SÍMBOLOS	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1. La empresa.....	1
1.1.1. Ubicación	1
1.1.2. Historia.....	1
1.1.3. Misión	2
1.1.4. Visión	2
1.1.5. Valores.....	3
1.1.6. Productos que ofrece	3
1.1.7. Estructura organizacional	4
1.2. Generalidades del código de barras	5
1.2.1. Definición	5
1.2.2. Tipos de código de barras	7
1.2.3. Tipos de lectores.....	8
1.3. Sistema de inventarios	12
1.3.1. Definición	13
1.3.2. Tipos de inventarios.....	13
1.3.3. Ventajas.....	15
1.3.4. Desventajas	15

1.3.5.	Métodos para control de inventarios.....	16
2.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	19
2.1.	Bodega de materia prima	19
2.1.1.	Materia prima.....	19
2.1.2.	Tipo de inventario manejado en el área de bodega.....	19
2.1.3.	Requisición actual de materiales	20
2.1.4.	Control de materia prima	22
2.1.5.	Análisis FODA de la bodega de materia prima.....	24
2.1.5.1.	Fortalezas.....	24
2.1.5.2.	Oportunidades	24
2.1.5.3.	Debilidades.....	26
2.1.5.4.	Amenazas.....	26
2.2.	Departamento de Ingeniería.....	27
2.2.1.	Relación bodega de materia prima - departamento de Ingeniería.....	29
2.2.2.	Contabilización y control de papeletas	29
3.	PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO SISTEMA.....	33
3.1.	Tipo de código de barras a utilizar.....	33
3.2.	<i>Software</i>	35
3.3.	<i>Hardware</i>	36
3.4.	Recurso humano propuesto	39
3.4.1	Perfil de recurso humano a utilizar	39
3.4.2.	Selección de recurso humano	42
3.5.	Programa de capacitación de personal	43
3.5.1.	Explicación de <i>hardware</i>	45
3.5.2.	Explicación de <i>software</i>	46

3.5.3.	Toma de tiempos	47
3.5.4.	Tiempos actuales.....	49
3.5.5.	Tiempos propuestos	52
3.5.6.	Eliminación de tiempos de ocio.....	53
3.5.7.	Duración de capacitación.....	53
3.5.8.	Costo de capacitación.....	54
3.6.	Manuales de operaciones.....	56
3.6.1.	Diagrama de operaciones del proceso	57
3.6.2.	Diagrama de flujo del proceso	63
3.7.	Mantenimiento.	68
3.7.1.	Revisión de <i>hardware</i>	69
3.7.2.	Revisión de <i>software</i>	72
4.	FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	75
4.1.	Costos de implementación	75
4.1.1.	Costos fijos	75
4.1.2.	Costos variables	76
4.2.	Costo de operación.....	77
4.2.1.	Costos comunes	77
4.2.2.	Costos fijos	77
4.2.3.	Costos variables	78
4.3.	Costo de mantenimiento.....	78
4.3.1.	Costos fijos	80
4.3.2.	Costos variables	81
4.4.	Beneficios económicos	81
5.	MEJORA CONTINUA.....	87
5.1.	Análisis de parámetros del método propuesto.....	88

5.1.1.	Formatos para control de evaluación del personal.....	89
5.1.2.	Estadísticos para control	92
5.1.3.	Hojas de verificación	96
5.1.4.	Resultados y formatos de control para auditoria	97
5.1.5.	Beneficios obtenidos	100
CONCLUSIONES.....		103
RECOMENDACIONES.....		105
BIBLIOGRAFÍA.....		107

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Marcas de productos ofrecidos por la empresa de frituras.....	3
2.	Estructura organizacional de la empresa. (organigrama).....	4
3.	Ejemplo de un código de barra	6
4.	Ejemplo de boleta de requisición	20
5.	Diagrama localización de punto de requisición de materia prima y buzones receptores de boletas de requisición	22
6.	Estructura Organizacional del Departamento de Ingeniería.....	27
7.	Código de barras EAN/UCC 128.....	34
8.	Lector óptico de código de barras tipo pistola.....	37
9.	Perfil de recurso humano para el departamento de Ingeniería	40
10.	Perfil de recurso humano para el departamento de bodega de materia prima	41
11.	Diagrama de operaciones del proceso de requisición de materia prima, hoja 1/2	58
12.	Diagrama de operaciones del proceso de requisición de materia prima, hoja 2/2	59
13.	Nomenclatura del diagrama de operaciones del proceso de requisición de materia prima	60
14.	Diagrama de operaciones del proceso de organización y contabilización de boletas para control de MP, hoja 1/2	61
15.	Diagrama de operaciones del proceso de organización y contabilización de boletas para control de MP, hoja 2/2	62

16.	Diagrama de flujo de proceso de la requisición de materia prima, método actual, hoja 1/3.....	64
17.	Diagrama de flujo de proceso de la requisición de materia prima, método actual, hoja 2/3.....	65
18.	Diagrama de flujo de proceso de la requisición de materia prima, método actual, Hoja 3/3	66
19.	Diagrama de flujo de proceso de requisición de materia prima, método propuesto, hoja 1/2	67
20.	Diagrama de flujo de proceso de requisición de materia prima, cuadro resumen	68
21.	Cronograma de mantenimiento de <i>hardware</i> y <i>software</i>	73
22.	Modelo de gestión de calidad de <i>Deming</i> (PHVA)	88
23.	Formato propuesto de control de evaluación de personal del área de bodega de materia prima para despacho de requisición de material	91
24.	Formato propuesto de hoja de verificación del proceso.....	96
25.	Formato propuesto para lista de verificación de auditoría interna de calidad del proceso de requisición de materia prima	98
26.	Formato propuesto para informe de no-conformidad y acción correctiva	100
27.	Gráfico de mejora de tiempo método actual vs propuesto en el departamento de BMP	102
28.	Gráfico de mejora de tiempo de control de inventarios Departamento de ingeniería	102

TABLAS

I.	Tiempos estimados de inducción.....	47
II.	Paso 1: Definir los elementos que componen la tarea:.....	48

III.	Paso 4: Calcular el tiempo total de la tarea.....	49
IV.	Tiempos cronometrados en el área de bodega de materia prima para requisición de material método actual.....	50
V.	Tiempos cronometrados en el departamento de Ingeniería para recolección, organización e ingreso de datos método actual.....	51
VI.	Tiempos propuestos en el área de bodega de materia prima para requisición de material.....	52
VII.	Tiempos sugeridos para la capacitación del nuevo equipo a utilizar para el control de inventarios.....	54
VIII.	Costos propuestos de capacitación al inicio del programa.....	55
IX.	Costos fijos de implementación de lector de código de barras.....	76
X.	Costos variables de implementación de lector de código de barras.....	76
XI.	Comparación de costos de salarios de método actual vs. propuesto.....	82

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
%	Porcentaje.
Q.	Quetzal, moneda guatemalteca.
B/C	Relación beneficio-costos.
Σ	Sumatoria.
I	Tasa de interés.

GLOSARIO

BMP	Bodega de materia prima.
CCD	Dispositivo de carga acoplada.
Cubicación	Actividad destinada a calcular cantidades.
EAN	Número europeo de artículo.
Gb	<i>Gigabytes</i> , unidad de medida aproximada a un millón de <i>bytes</i> que sirve para cuantificar espacio de memoria en un computador.
PC	Computador personal.
PEPS	Primero en entrar primero en salir.

RESUMEN

En toda empresa se debe considerar la implementación de tecnología para el mejoramiento de los procesos y el aumento de la productividad, en esta fábrica de frituras alimenticias se observa la oportunidad de implementación de tecnología en el área de bodega de materia prima, específicamente en el proceso de requisición de material, ya que actualmente se utiliza un método manual para el control de salida de materia prima, generando un atraso innecesario en los subsiguientes procesos.

Se propone la incorporación de un lector de código de barras para agilizar el proceso de requisición de materiales, el cual disminuirá los tiempos de operación y aumentará la eficiencia y productividad. Al mismo tiempo llevará un control más estricto sobre la materia prima en existencia.

Debido a la gran variedad de lectores en el mercado, se tomará en cuenta el tipo de lector con sistema EAN/UCC que más se adecue a las necesidades de la empresa, ya que es capaz de manejar información de un producto mediante un número único en todo el proceso.

Para poner en marcha el proyecto se tomaron varios aspectos en consideración, como lo son: la selección del recurso humano idóneo, la capacitación del mismo, comparación de tiempos actuales y propuestos, los costos de implementación, basándose en una relación costo beneficio que garantice la factibilidad de implementación y el mantenimiento, tanto correctivo, como preventivo.

Así mismo, se pretende dar un seguimiento constante de la implementación de este dispositivo de control y de localización de los puntos de mejora a través de la mejora continua, planteando para su análisis: estadístico de control, formatos para control de evaluación de personal, hojas de verificación y formatos para control de auditorías.

OBJETIVOS

General

Proponer una mejora en el sistema de control de inventario de una bodega de materia prima en una empresa de frituras alimenticias para mejorar su productividad.

Específicos

1. Estudiar la situación actual en el control y manejo de inventarios de una empresa de frituras con el fin de mejorar el proceso de requisición de materias primas.
2. Analizar el costo-beneficio para la implementación de un sistema de código de barras para el mejoramiento del proceso de control de inventarios.
3. Reducir los tiempos de requisición y control de materia prima.
4. Mejorar el control de requisición de materia prima.
5. Proveer de información actualizada con respecto al inventario de materia prima.
6. Crear un programa de capacitación para la utilización del nuevo sistema.

7. Mejorar la productividad de la empresa.

INTRODUCCIÓN

Es de gran importancia que en cualquier empresa dedicada a producir, sean estos productos tangibles o intangibles, se considere en todo momento, el mejoramiento de sus procedimientos, aumentando así, la productividad.

Este aumento en el rendimiento redundará en ganancias para todos los involucrados en el proceso de cambio y mejora. En este caso, esta oportunidad se dará en el área de bodega de materia prima de una empresa de frituras alimenticias, en donde se debe llevar un control estricto de materiales consumidos para conocer el momento en el cual debe efectuarse un nuevo pedido, siendo ésta la clave para mejorar la eficiencia de dicha área.

En la industria no se ha implementado ninguna técnica o método para controlar las salidas de material, ni la agilización del procedimiento, generando así un atraso en cuanto a salidas de materia se refiere. Esta falta de control es lo que impide conocer en tiempo real los elementos de los cuales se dispone para planificar la producción, ya que en la actualidad se trabaja el control de éstos utilizando boletas donde se escribe toda la información acerca del producto a requerir así como el código del operario que requiere, dejando a un lado la tecnología existente que podría mejorar en gran manera el proceso.

Se propone la implementación de un código de barras que permitirá reconocer rápidamente el artículo y poder realizar así un inventario y consultar la cantidad de materias primas en bodega en cualquier momento sin esperar a que se realice una contabilización de papeletas.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. La empresa

Es una empresa de frituras alimenticias de origen guatemalteco que fue obtenida posteriormente por una empresa mexicana que introdujo productos nuevos en el mercado, sin perder los productos que originalmente existían en el gusto de los guatemaltecos. Es una compañía de más de 40 años de experiencia y que sigue creciendo.

1.1.1. Ubicación

La empresa de productos alimenticios donde se realiza este estudio se encuentra ubicada dentro de la ciudad capital de Guatemala, Calzada San Juan 34-01 Zona 7.

1.1.2. Historia

Esta empresa se dedica ofrecer productos alimenticios tipo frituras, las cuales son de gran aceptación en el mercado guatemalteco. Dicha empresa ha sacado al mercado otra variedad de productos, pero la fritura de maíz es la más aceptada. La singular boquita fue creada por José René Menéndez Martínez a finales de la década de 1950, y debido a él la empresa tiene el mismo nombre. Este activo empresario falleció el 22 de agosto del 2007 a los 74 años de edad. Dicho empresario fue un visionario que estudió en varios lugares, ampliando sus conocimientos de mecánica.

Antes de crear esta empresa se dedicó a otros negocios. En la década de 1950 conoció a Alberto y Martín Mishán, quienes le ofrecieron maquinaria que no estaban utilizando para que él la reparara y también le ofrecieron crear una sociedad, fue así como se introdujo en la industria alimenticia. La fábrica estaba localizada en la zona 1 capitalina. Al despegar el producto, la compañía estadounidense Beatriz Food le ofreció comprar la empresa, la cual accedió a vender, después de un tiempo de Beatriz Food pasó a la Compañía venezolana y de ésta a su vez pasó a formar parte de Frito Lay, quien la maneja actualmente.

1.1.3. Misión

Ser la primera compañía de productos de consumo en todo el mundo, centrada en la producción de alimentos y bebidas convenientes. Intentando proporcionar beneficios económicos adecuados a los inversionistas al mismo tiempo que proporcionan oportunidades de crecimiento y superación a los empleados, socios comerciales y comunidades en donde operan. Todo lo hacen actuar con honestidad, imparcialidad e integridad.

1.1.4. Visión

Cuidar a los clientes, consumidores y el mundo en que se habita. El intenso espíritu competitivo en el mercado, orientado hacia las soluciones que logren un triunfo para los accionistas y para todos en la empresa. El éxito depende de un total conocimiento de los clientes, consumidores y comunidades. Ocuparse de ellos significa darles un valor extra. Sembrar para después cosechar, no arrebatar.

1.1.5. Valores

Los valores que forman la empresa son los siguientes:

- Trabajo en equipo
- Integridad
- Desarrollo
- Servicio
- Cultura de aprendizaje
- Reconocimiento.

1.1.6. Productos que ofrece

Frituras alimenticias de maíz, plátano y papa, siendo las primeras, las de más aceptación en el mercado guatemalteco.

Figura 1. **Marcas de productos ofrecidos por la empresa de frituras**

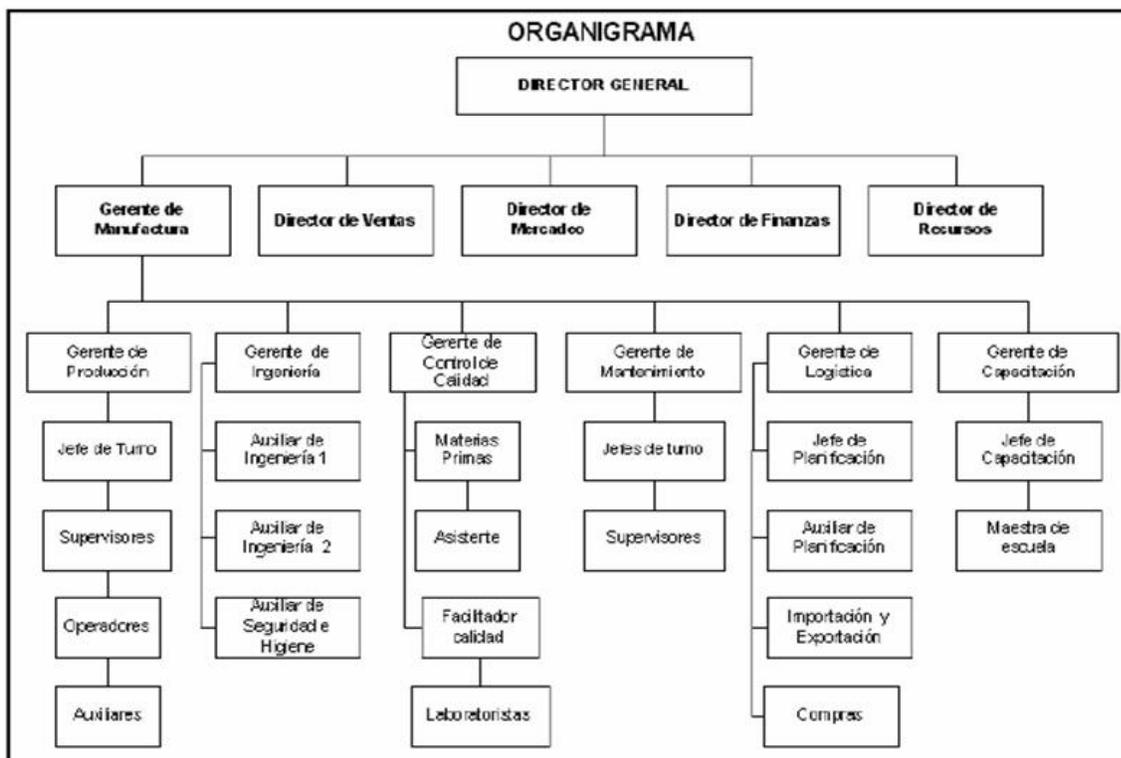


Fuente: departamento de Recursos Humanos Productos Alimenticios René.

1.1.7. Estructura organizacional

La estructura organizacional de la empresa es de tipo vertical, basada en la jerarquización de puestos. A pesar de que están divididos en varias áreas, cuando surge un problema, existe una estrecha comunicación entre las mismas debido a la cercanía física de cada una de las áreas

Figura 2. Estructura organizacional de la empresa (organigrama)



Fuente: departamento de Recursos Humanos Productos Alimenticios René.

1.2. Generalidades del código de barras

En la actualidad, en toda empresa que desea mejorar la eficiencia en sus procesos, utiliza la tecnología de código de barras, la cual maneja información de todo tipo de productos mediante un conjunto de líneas verticales, lo que facilita la localización y manejo de dichos artículos durante toda la cadena de producción.

1.2.1. Definición

El código de barras es un código basado en la representación, mediante un conjunto de líneas paralelas verticales de distinto grosor y espaciado que en su conjunto contienen una determinada información. De este modo, el código de barras permite reconocer rápidamente un artículo en un punto de la cadena logística y así poder realizar inventario o consultar sus características asociadas. Actualmente, el código de barras está implantado masivamente de forma global.

La correspondencia entre la información y el código que la representa se denomina simbología. Estas simbologías pueden ser clasificadas en dos grupos atendiendo a dos criterios diferentes:

- Continua o discreta: los caracteres en las simbologías continuas comienzan con un espacio y en el siguiente comienzan con una barra (o viceversa). Sin embargo, en los caracteres en las simbologías discretas, éstos comienzan y terminan con barras y el espacio entre caracteres es ignorado, ya que no es lo suficientemente ancho.
- Bidimensional o multidimensional: las barras en las simbologías bidimensionales pueden ser anchas o estrechas. Sin embargo, las barras

en las simbologías multidimensionales son múltiplos de una anchura determinada (X). De esta forma, se emplean barras con anchura X, 2X, 3X, y 4X.

- Módulo: es la unidad mínima o básica de un código. Las barras y espacios están formados por un conjunto de módulos.
- Barra: el elemento (oscuro) dentro del código. Se hace corresponder con el valor binario 1.
- Espacio: el elemento (claro) dentro del código. Se hace corresponder con el valor binario 0.
- Carácter: formado por barras y espacios. Normalmente se corresponde con un carácter alfanumérico.

Figura 3. **Ejemplo de un código de barra**



Fuente: <http://www.ciberhabitat.gob.mx/comercio/cbarras/index.html>.

La información disponible en un Sistema de Código de Barras:

La información se procesa y almacena con base en un sistema digital binario donde todo se resume a sucesiones de unos y ceros. La memoria y central de decisiones lógicas es un computador electrónico del tipo estándar, disponible ya en muchas empresas comerciales y generalmente compatible con las distintas marcas y modelos de preferencia en cada país. Estos equipos

permiten también interconectar entre sí distintas sucursales o distribuidores centralizando toda la información.

El costo de estos productos en el mercado guatemalteco varía dependiendo del equipo que se utilice y de las necesidades de la empresa, pero es bastante factible y el costo de inversión no es alto comparado con el rendimiento y el ahorro de costos a futuro.

1.2.2. Tipos de código de barras

Los códigos de barras se dividen en dos grandes grupos: los códigos de barras lineales y los códigos de barras de dos dimensiones.

- Códigos de barras lineales
 - ✓ EAN
 - ✓ Code 128
 - ✓ Code 39
 - ✓ Code 93
 - ✓ Codabar.

- Códigos de barras bi-dimensionales
 - ✓ PDF417, Es un código multifilas, continuo, de longitud variable, que tiene alta capacidad de almacenamiento de datos. Tiene una capacidad de hasta 1 800 caracteres numéricos, alfanuméricos y especiales. El código contiene toda la información, no se requiere consultar a un archivo.

Cuenta con mecanismos de detección y corrección de errores: 9 niveles de seguridad lo que permite la lectura y decodificación exitosa aun cuando el daño del código llegue hasta un 40%.

Aplicaciones

Una de las aplicaciones de este tipo de código para la empresa es la identificación de personal y foto credencial, para llevar un fácil control del personal de la empresa.

- ✓ *Datamatrix*, está hecho por módulos cuadrados organizados dentro de un modelo descubridor de perímetro. Cada símbolo tiene regiones de datos, que contienen un juego de módulos cuadrados nominales en un arreglo regular. Puede codificar hasta 2335 caracteres en una superficie muy pequeña. La versión de dominio público es la ECC 200, desarrollada por *International Data Matrix* en 1995.

Aplicaciones

Una de las aplicaciones de este tipo de código para la empresa es el de codificación del producto en bodega de materia prima.

1.2.3. Tipos de lectores

El lector de código de barras decodifica la información a través de la digitalización proveniente de una fuente de luz reflejada en el código y luego se envía la información a una computadora como si la información hubiese sido ingresada por teclado.

- Lectores tipo pluma o lápiz

Físicamente tiene la forma de una pluma o lápiz grueso, de uno de cuyos extremos sale un cable para unirlo a un monitor. El lápiz contiene un pulsador, transmitiéndose información hacia el monitor sólo en el caso de estar presionado. Al activar el lápiz óptico frente a un punto de la pantalla se obtienen las coordenadas del lugar donde apunta el lápiz.

Modo de uso: el operador coloca la punta del lector en la zona blanca que está al inicio del código y lo desliza a través del símbolo a velocidad e inclinación constante.

Aplicaciones: se puede aplicar al proyecto en la lectura de materia prima de bajo peso y que se encuentre a fácil alcance del operario.

- Lectores de ranura o slot

Son básicamente lectores tipo pluma montados en una caja. La lectura se realiza al deslizar una tarjeta o documento con el código de barras impreso cerca de uno de sus extremos por la ranura del lector. La probabilidad de leer el código en la primera oportunidad es más grande con este tipo de unidades que las de tipo pluma, pero el código debe estar alineado apropiadamente y colocado cerca del borde de la tarjeta o documento. Puede ser utilizado fácilmente en la lectura de códigos de materia prima embolsada que no sea de tamaño y peso considerable.

- Lectores tipo rastrillo o CCD

Son lectores de contacto que emplean un fotodetector CCD (Dispositivo de Carga Acoplada) formado por una fila de LEDs que emite múltiples fuentes de luz y forma un dispositivo similar al encontrado en las

cámaras de video. Se requiere hacer contacto físico con el código, pero a diferencia de los tipo pluma no hay movimiento que degrade la imagen al escanearla. Al igual que el lector de ranura puede ser utilizado para verificar la información de la materia prima que no sea muy pesada o de difícil traslado.

- Lectores CCD de proximidad

El reconocimiento es completamente electrónico, como si se tomase una fotografía al código. No se requiere hacer contacto físico con el código pero debe hacerse a corta distancia.

Tiene problemas de lectura en superficies curvas o irregulares. Puede ser muy útil cuando se tiene materia prima de peso considerable, ya que el lector es el que se mueve y no la materia prima, por ejemplo, cuando se cuenta con grandes sacos o cajas.

- Lectores de láser de proximidad

Requieren poca distancia del lector al objeto pero tienen mejor desempeño que los CCD debido a su potente luz láser. Mejores resultados en superficies curvas o irregulares. Al igual que los lectores CCD, son muy útiles para la lectura de código de producto que por su peso o tamaño es difícil su transporte.

- Lectores láser tipo pistola

Usan un mecanismo activador en el escáner para prevenir la lectura accidental de otros códigos dentro de su distancia de trabajo. Un espejo

rotatorio u oscilatorio dentro del equipo mueve el haz de un lado a otro a través del código de barras, de modo que no se requiere movimiento por parte del operador, éste solo debe apuntar y disparar.

Por lo general pueden leer códigos estropeados o mal impresos, en superficies irregulares o de difícil acceso, como el interior de una caja. Más resistentes y aptos para ambientes más hostiles. Puede ser muy útil para el caso de tener cajas grandes o en el caso de la empresa en cuestión materia prima con peso considerable.

El lector puede estar alejado de 2 a 20 cm del código, pero existen algunos lectores especiales que pueden leer a una distancia de hasta 30 cm, 1,5 metros y hasta 5 metros.

- Lectores láser fijos

Son básicamente lo mismo que el tipo anterior, pero montados en una base. La ventana de lectura se coloca frente al código a leer (generalmente se orientan hacia abajo) y la lectura se dispara al pasar el artículo que contiene el código frente al lector y activarse un censor especial. Esta configuración puede ser muy útil al tener que maniobrar materia prima que necesite ser transportada de un lugar a otro y el operario necesite tener libres las manos. También se utiliza en sistemas automáticos de fábricas y almacenes, donde el lector se coloca sobre una banda transportadora y lee el código de los artículos que pasan frente a él.

- Lectores láser fijos omnidireccionales

Se encuentran normalmente en las cajas registradoras de supermercados. El haz de láser se hace pasar por un arreglo de espejos que generan un patrón omnidireccional, otorgando así la posibilidad de pasar el código en cualquier dirección.

Los productos a leer se deben poder manipular y pasar a mano frente al lector.

Recomendados cuando se requiere una alta tasa de lectura, especialmente en el caso de una fábrica que labora con varios turnos o tiene producción continua de 24 horas, como en este caso.

- Lectores autónomos

No requieren atención, se usan en aplicaciones automatizadas o de cinta transportadora. Varían en velocidad de lectura según la producción y la orientación requerida de los códigos de barras, línea única, multilínea y omnidireccional. Este tipo de lector no sería muy adaptable a la lectura de materia prima, ya que en la empresa se lee sobre pedido.

1.3. Sistema de inventarios

En la empresa se lleva un sistema de inventarios cuya finalidad es responde a las interrogantes de cuánto pedir y cuándo pedirlo o cuánto hay en disponibilidad basándose en un conjunto de normas y procedimientos enfocados a la planificación y control de la producción.

1.3.1. Definición

Sistema de inventarios es un conjunto de normas, métodos y procedimientos aplicados de manera sistemática para planificar y controlar los materiales y productos que se emplean en esta organización. Este sistema actualmente es llevado en su mayoría en forma manual y sirve para el control de los costos, elemento clave de la administración de la empresa.

1.3.2. Tipos de inventarios

Los inventarios son de suma importancia para los productores en general y varían ampliamente entre los distintos grupos de industrias. La composición de esta parte del activo es una gran variedad de artículos, y es por eso que se han clasificado de acuerdo a su utilización en los siguientes tipos:

- ✓ Inventarios de materia prima
 - ✓ Inventarios de producción en proceso
 - ✓ Inventarios de productos terminados
 - ✓ Inventarios de materiales y suministros
 - ✓ Inventario de mercancías.
-
- Inventario de mercancías

Lo constituyen todos aquellos bienes que le pertenecen a la empresa, los cuales son comprados para luego venderlos sin ser modificados. En esta cuenta se mostrarán todas las mercancías disponibles para la venta. Las que tengan otras características y estén sujetas a condiciones particulares se deben mostrar en cuentas separadas, tales como las mercancías en camino (las que han sido

compradas y no recibidas aún), las mercancías dadas en consignación o las mercancías pignoradas (aquellas que son propiedad de la empresa pero que han sido dadas a terceros en garantía de valor que ya ha sido recibido en efectivo u otros bienes).

La empresa utiliza este tipo de inventario para los productos sobrantes o de desecho, pero no para sus productos ya transformados para el consumo del público en general

- Inventario de productos terminados

Son todos aquellos bienes adquiridos por la empresa, los cuales son transformados para ser vendidos como productos elaborados, en este caso las frituras de maíz.

- Inventario de productos en proceso de fabricación

Lo integran todos aquellos bienes adquiridos por la empresa, los cuales se encuentran en proceso de manufactura. Su cuantificación se hace por la cantidad de materiales, mano de obra y gastos de fabricación, aplicables a la fecha de cierre.

- Inventario de materias primas

Lo conforman todos los materiales con los que se elaboran los productos, pero que todavía no han recibido procesamiento, como son los condimentos o saborizantes, el maíz, la papa, la sémola, el pellet, aceite, etc.

- Inventario de suministros de fábrica

Son los materiales con los que se elaboran los productos, pero que no pueden ser cuantificados de una manera exacta (pintura, lija, clavos, lubricantes, etc.). Principalmente son materiales de oficina o materiales que utiliza la empresa para dar mantenimiento a la planta.

1.3.3. Ventajas

La principal ventaja u objetivo de todo manejo de inventario es proveer o distribuir adecuadamente los materiales necesarios a la empresa. Colocándolos a disposición en el momento indicado, para así evitar aumentos de costos perdidas de los mismos. Permitiendo satisfacer correctamente las necesidades reales de la empresa, a las cuales debe permanecer constantemente adaptado.

- Manejo fluido y eficiente de las operaciones
- Economías de producción con tamaño de lotes adecuados
- Estabilización de las cargas de trabajo.

1.3.4. Desventajas

La principal desventaja estriba en mantener el inventario que actualmente representa dinero, ya que se toma en cuenta renta del almacén, la depreciación y el deterioro, el interés sobre el capital invertido, el manejo físico y la contabilidad. Los inventarios son activos desde el punto de vista contable, y por lo tanto pueden producir utilidades como cualquier otro activo. El tener inventarios en exceso origina gastos innecesarios e inmoviliza el capital de una empresa, pero por otra parte, el no tener inventarios suficientes puede ser la causa de un paro de producción por falta de materia prima, de refacciones o de

partes; o bien de una reducción en las ventas por falta de productos terminados para entregar a los clientes.

1.3.5. Métodos para control de inventarios

Existen dos sistemas de inventarios: El sistema periódico y el sistema permanente. Cuando la empresa utiliza el sistema permanente, recurre a diferentes métodos de valuación de inventarios, entre los que se tienen el método PEPS, método UEPS, método del promedio ponderado y método retail, siendo estos los más utilizados y más desarrollados. Actualmente la empresa utiliza el sistema permanente, y para control de materia prima y producto terminado se utiliza el método PEPS, aunque también pueden ser utilizados los otros métodos de control de inventarios dependiendo del caso que se maneje.

- Método de primeras en entrar primeras en salir (PEPS)

Este método consiste básicamente en darle salida del inventario a aquellos productos que se adquirieron primero, por lo que en los inventarios quedarán aquellos productos comprados más recientemente.

En cualquiera de los métodos las compras no tienen gran importancia, puesto que estas ingresan al inventario por el valor de compra y no requiere procedimiento especial alguno.

En el caso de existir devoluciones de compras, esta se hace por el valor que se compró al momento de la operación, es decir se la de salida del inventario por el valor pagado en la compra.

Si lo que se devuelve es un producto vendido a un cliente, este se ingresa al inventario nuevamente por el valor en que se vendió, pues se supone que cuando se hizo la venta, esos productos se les asignó un costo de salida según el método de valuación de inventarios manejado por la empresa.

2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

1.4. Bodega de materia prima

La bodega de materia prima es la encargada de suministrar a la planta todo el material necesario para la elaboración del producto alimenticio.

1.4.1. Materia prima

Debido a la variedad de productos alimenticios que se fabrican en la empresa, las principales materias primas son: condimentos o saborizantes (para todos los productos), maíz, papa, sémola (para los productos tipo fritura), pellet (para los productos que contengan chicharrón) y empaque. Dicha materia se mide en kilogramos.

1.4.2. Tipo de inventario manejado en el área de bodega

Debido a que el producto que se fabrica es alimenticio, en la empresa se maneja el inventario tipo PEPS (primero en entrar es el primero en salir), ya que, cuando la materia prima se compra y se almacena, por ser un producto que tiene fecha de expiración, se le da salida al material que fue adquirido primero, quedando en existencia de inventario el material de reciente ingreso, la primera materia obtenida es la que se debe de sacar para reducir riesgos de caducidad del producto. Tanto su inventario de materia prima, como el inventario de producto terminado, proceden de la misma manera.

1.4.3. Requisición actual de materiales

Actualmente cuando un operario necesita un material a utilizar en cualquier línea debe requerirlo en el área de bodega, en donde el supervisor de turno le entrega una boleta con su respectiva copia. En dicha boleta el operario debe de llenar la fecha, el turno, código de producción, descripción del producto a pedir, cantidad (ya sean sacos o bobinas), peso total, nombre del encargado de turno en la bodega de materia prima y su respectivo código, así como el nombre del operario que solicita así también como su respectivo código.

La figura 3, muestra un ejemplo de boleta de requisición de materia prima utilizada.

Figura 4. **Ejemplo de boleta de requisición**

Ticket de control de bodega de materia prima	
Salida de Materias Primas	
No. 29656	
Fecha: _____	Turno: _____
No. De Lote _____	Código Producto: _____
Descripción: _____	
Cantidad: _____	
Peso total: _____	
Nombre superv: _____	Nombre operario: _____

Fuente: departamento de producción Productos Alimenticios René.

Al llenar la boleta, el operario deja la original en la bodega de materia prima y la copia debe depositarla inmediatamente en unos buzones localizados en dos áreas específicas del área de producción, las cuales serán recogidas por el supervisor de producción para realizar un reporte de producto manufacturado. En muchas ocasiones, el operario que hace la requisición, no llena la boleta con los datos correctos, ya sea, porque no sabe los códigos del producto, o no sabe su clave, o la da errónea.

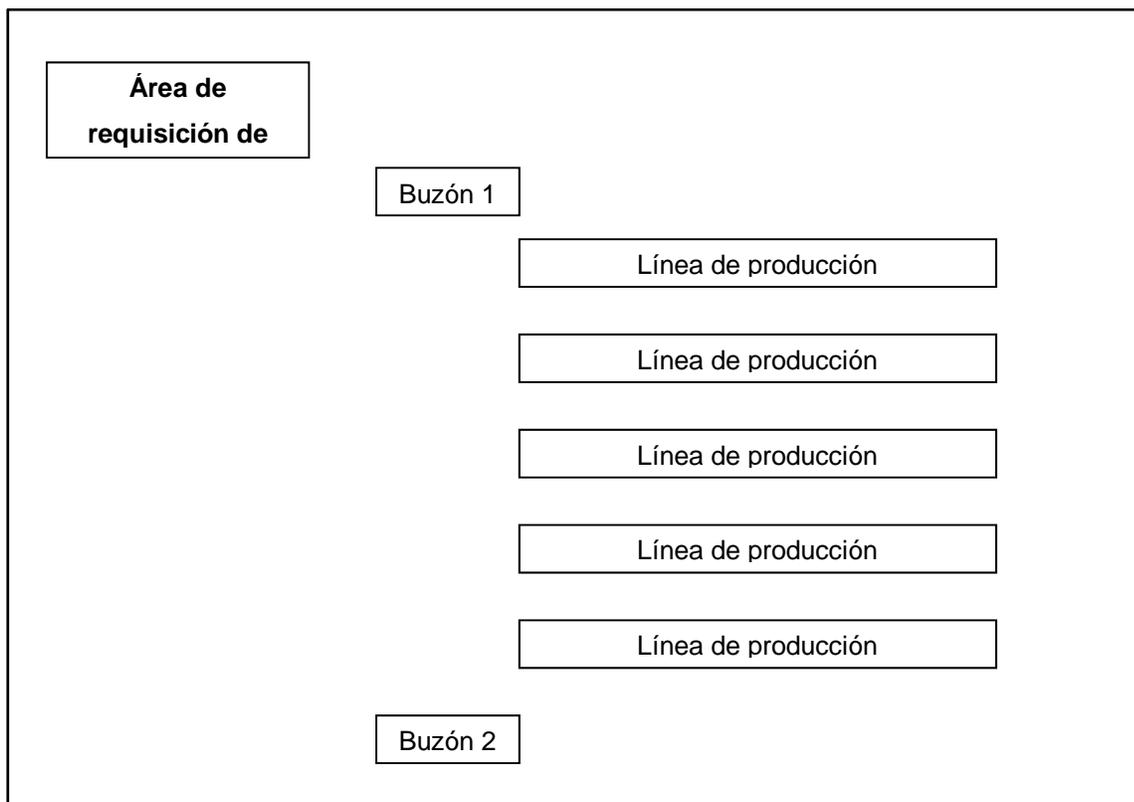
La razón por la cual se pide su código es para poder realizar un reporte de eficiencia, ya que al operario se le da una compensación monetaria dependiendo de su eficiencia y así poder llevar un mejor control del mismo en caso que surja algún problema en la requisición, pero el operario tiende a pensar, sin razón alguna, que si surge algún problema, será fácilmente detectable si proporciona su clave.

Otro problema es que el operario olvida depositar la boleta en los buzones de la planta, a pesar de que se les indica que deben introducir las papeletas inmediatamente después de solicitar el material, por lo que los datos que se manejan en el área de producción son incorrectos y no concuerdan con los de la bodega de materia prima, generando así un descuadre entre las salidas de materia prima y producto manufacturado.

Esta forma de requisición de material es sumamente lenta ya que la escritura en la boleta lleva tiempo y se forman pequeñas filas en el área de bodega de materia prima para esperar el material, generando pequeños cuellos de botella en el área y al mismo tiempo impide un pronto y seguro seguimiento del material así como evita determinar las eficiencias de los operarios correctamente, haciendo más difícil y tardado el trabajo del departamento de

ingeniería, generando sobrecargo de trabajo en el mismo y por ende un aumento de horas extras que deben ser pagadas por la empresa.

Figura 5. **Diagrama localización de punto de requisición de materia prima y buzones receptores de boletas de requisición**



Fuente: elaboración propia.

2.1.4. Control de materia prima

El departamento de bodega de materia prima es uno de los encargados de llevar el control del material a utilizar para la producción, pero esta función

recae principalmente en el departamento de ingeniería quien verifica la cantidad real de materia prima consumida en planta.

En la bodega de materia prima se realiza un reporte de control de material basados en las boletas originales que son llenadas por el operario al momento de hacer la requisición. Este es el lugar más confiable en cuanto a este conteo, ya que la boleta no se mueve de lugar por lo tanto, se podría pensar que el control es bastante fiable, pero no siempre es así, en muchas ocasiones se han perdido dichas papeletas y al hacer un conteo físico de la materia prima en existencia, éste no concuerda con el control basado en el conteo de boletas.

Al finalizar el turno, el encargado de bodega debe ingresar la fecha, los datos del producto, así como su peso en kilogramos, en un programa de computación que por lo general ya reconoce los códigos del producto generando la descripción de los mismos, por lo que prácticamente sólo debe ingresarse la cantidad (sacos o bobinas) y peso en kilogramos, para luego cuando haya control de inventario físico verificar si concuerda el material físico en bodega de materia prima con los datos del programa de computación.

Por lo general si hay un descuadre entre la materia física y el control del programa de computación, el departamento de ingeniería se ha encargado de realizar la corrección en algún punto del proceso, por lo que, los encargados de bodega de materia prima no ponen mucho énfasis en hacer ajustar los datos del programa con los materiales físicos, ya que a la larga, no son los encargados de verificar y corregir errores que llevan tiempo y esfuerzo.

2.1.5. Análisis FODA de la bodega de materia prima

Para el diagnóstico y correcta evaluación de oportunidades se realiza un análisis FODA al área de bodega de materia prima

2.1.5.1. Fortalezas

- Cercanía al área de producción: de acuerdo con la figura No 4. se puede observar que una de las fortalezas de bodega de materia prima es su corta distancia con todas las líneas de producción, eliminando tiempos de transporte largos e innecesarios para la alimentación de las máquinas.
- Conocimiento por parte del supervisor de materia prima: el encargado en turno de proveer el material necesario a los operarios, es una persona que ya conoce los códigos del producto que se maneja, así como la ubicación de los mismos, por lo que ayuda a que el proceso actual no sea excesivamente lento.
- El no movimiento de boletas: las boletas de requisición de materia prima son llenadas en el área de bodega de materia prima, por lo tanto las boletas originales permanecen en el área facilitando un mejor control de salidas de materia prima.

2.1.5.2. Oportunidades

- Mejora el control de inventario, específicamente de materia prima: al aplicar la tecnología de código de barras, se lleva un control en todo momento de la materia prima, dejando todos los datos de salida, registrados en un programa de computación, el cual puede ser verificado

en cualquier momento sin esperar a que finalice el día. Esto permitirá reducir costos en horas extras.

- Reduce costos de inventario: al trabajar con la tecnología de código de barras se elimina el papel utilizado en la requisición y el gasto de impresión del mismo.
- Reduce tiempos de requisición: al utilizar el lector de código de barras, se elimina el tiempo que lleva en llenar la boleta con todos los datos necesarios, ya que la materia prima ya tendría los datos en la calcomanía colocada en cada saco o bobina, los cuales quedarían guardados en el programa de computación al momento de la lectura.
- Mejora eficiencias de operarios: al no tener el operario que memorizar cada código del producto, así como su propio código, mejorará su eficiencia, al disminuir los errores en requisición al mínimo. Así mismo, se facilita la elaboración de reportes de eficiencia de cada trabajador, ya que la información ya se encontraría localizada en la base de datos lista para cuando sea requerida en la elaboración de reportes y poder realizar una consulta de la eficiencia de determinado trabajador en cualquier momento.
- Mejora las condiciones de salud del personal quienes se encargan de realizar los reportes de producción y control de materia prima debido al tiempo de atraso generado por la recopilación manual de datos.
- Reduce horas extras en el departamento de ingeniería: al tener que organizar y contabilizar las boletas de requisición de materia prima así como encontrar desfases entre las boletas originales y las copias, luego ingresar dichos datos al programa de computación, el cual consume

demasiado tiempo y aumenta el trabajo, lo que no da lugar a terminar las actividades ya establecidas en un horario normal de trabajo de ocho horas diarias por lo que la empresa se ve en la necesidad de pagar horas extras, pero al utilizar la tecnología de código de barras se reducen grandemente estos tiempos logrando así realizar todas las tareas en un turno normal de trabajo.

2.1.5.3. Debilidades

- No contar con tecnología adecuada para hacer eficiente el control y manejo de información que por la misma situación, genera filas largas para requisición de productos provocando pérdidas en tiempos de producción.
- Tedioso y largo control de material: se hace demasiado largo y tedioso el proceso de control de material por parte del departamento de ingeniería que invierte valioso tiempo en organización y contabilización obsoleta de boletas de requisición de material.
- Debido al largo tiempo que lleva el control de material requerido se pierde valioso tiempo en la realización de otras tareas generando así que el personal no logre cumplir con dichas tareas en el tiempo regular de trabajo, teniendo la empresa que pagar horas extras.

2.1.5.4. Amenazas

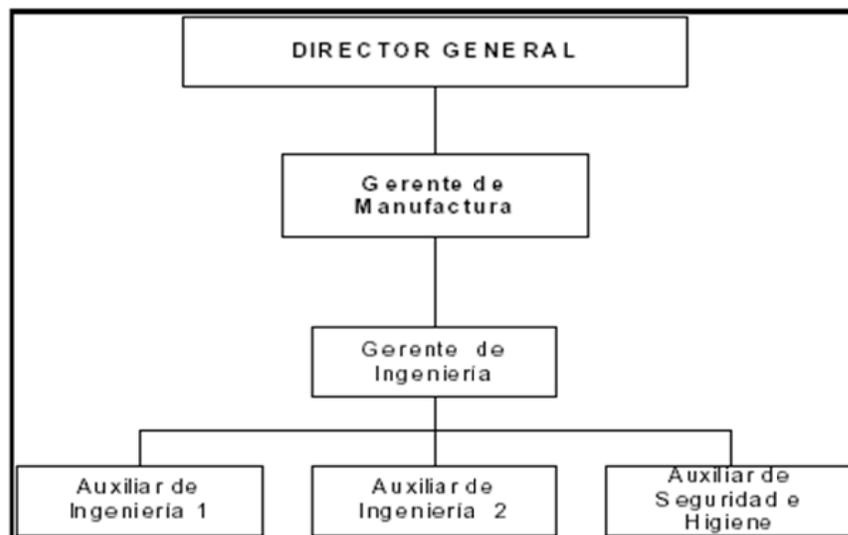
- Consumo de recursos innecesarios para el control de materiales consumidos.

- Desperdicio de tiempo en requisición de material y por ende atraso en la alimentación de líneas de producción.
- No cumplir con la meta de producción diaria debido a pérdida de tiempo en requisición de materia prima y alimentación de líneas de producción.

2.2. Departamento de Ingeniería

El Departamento de Ingeniería está formado por el jefe de área, dos auxiliares y un encargado de seguridad e higiene industrial; ellos trabajan conjuntamente con otros departamentos de la planta; bodega de materia prima, bodega de producto terminado, departamento de control de calidad, supervisores de producción.

Figura 6. Estructura Organizacional del Departamento de Ingeniería



Fuente: Departamento de Recursos Humanos Productos Alimenticios René.

Departamento de Ingeniería:

Este departamento de Ingeniería tiene varias funciones, entre las que se encuentran:

- Detectar puntos de mejora continua.
- Llevar una estrecha comunicación con otros departamentos con el fin de obtener toda la información posible, ya que depende mucho del trabajo de otras áreas para organizarla, analizarla e integrarla con la propia y así poder ofrecer un control de materiales primos utilizados en la realización del producto para hacer proyecciones de futuras producciones y cumplir con los pedidos justo a tiempo.
- Hacer cubicaciones, esto es, medir los volúmenes de producción de aceite, maíz y papa verificando con los datos proporcionados por las máquinas.
- Determinar eficiencias de las máquinas.
- Verificar que los productos cumplan con las especificaciones de calidad por medio del encargado de calidad.
- Determinar eficiencias en los empleados.
- Control de desperdicios.
- Reportes de empaque para determinar la cantidad de producto que ingresa a bodega de producto terminado.
- Llevar control de consumo de diesel que requiere la empresa para poder operar la maquinaria y hacer los pedidos del mismo cuando sea necesario.
- Análisis de costos.

2.2.1. Relación bodega de materia prima - departamento de Ingeniería

Ambos departamentos trabajan de la mano, la bodega de materia prima se encarga de proveer el recurso necesario para la alimentación de las diferentes líneas de producción para poder obtener el producto final, así mismo llevan un control de inventario físico de la materia prima para saber el material que tienen en existencia y poder hacer pedidos cuando haga falta.

Ambos departamentos deben tener una comunicación diaria constante, ya que ambos departamentos hacen su propio inventario y ambos deben coincidir. El departamento de ingeniería lleva el control de materia prima consumida y empaque para verificar a cantidad de producción diaria y así poder hacer proyecciones de producción a futuro.

2.2.2. Contabilización y control de papeletas

Para poder llevar un control de la materia prima consumida en planta se utiliza actualmente una boleta, la cual incluye información referente al producto, al operador, al turno, fecha. Para hacer el proceso de organización y control del producto un poco más sencillo, las papeletas tienen distintos tamaños y distinto color.

- Amarilla: para producto como condimento o saborizante y materia prima para producir el producto como sémola, pellet, maíz y papa.
- Rosada: para la materia prima de empaque.

El auxiliar de ingeniería debe recoger las copias de las boletas en la sala de supervisores de producción. Luego debe ir a la planta en sí, donde se

encuentran ubicados los buzones donde los operarios depositan las mismas, para verificar que no haya quedado alguna boleta en planta.

Cuando ya se tienen todas las boletas, se separan por color y tamaño siendo las boletas rosadas más grandes que las amarillas. Luego se ordenan por correlativo. Este proceso, de martes a viernes, puede durar entre 35 a 40 minutos si es efectuado por un auxiliar con práctica en el proceso. El día lunes es un proceso más largo y por ende más tardado debido a que el departamento de ingeniería no trabaja sábado y domingo pero la producción es de 24 horas, por lo tanto, deben organizarse y contabilizarse las boletas del día viernes (turno nocturno), día sábado (todos los turnos), domingo (todos los turnos), es un proceso que lleva aproximadamente de 60 a 75 minutos.

A continuación se procede a ir a bodega de materia prima a solicitar las boletas originales. La distancia entre el departamento de ingeniería y bodega de materia prima es aproximadamente de 200 metros, por lo que se pierde mucho tiempo en este paso, aproximadamente 20 minutos, ya que se debe recorrer una distancia bastante considerable y esperar a que el supervisor en turno de bodega de materia prima entregue dichas boletas.

Luego se separan las boletas originales en números de diez en diez por correlativo para hacer más fácil una búsqueda, el tiempo de esta actividad es aproximadamente de 15 minutos, porque, por lo general, ya en bodega de materia prima las han organizado en forma correlativa.

Si falta alguna copia de las boletas de requisición de materia prima, debe buscarse la original proveída por bodega de materia prima, que ya fue previamente organizada, y se le saca una fotocopia para que no haya ningún faltante, ya que el departamento de ingeniería debe poseer todas las copias de

las boletas, así como la bodega de materia prima poseer las originales. Este proceso de fotocopiado lleva aproximadamente 10 minutos.

Al contar con todas las boletas en orden tanto las amarillas como las rosadas se proceden a separarlas por producto, y fecha para poder realizar los reportes de material primo consumido por cada línea de producción y hacer estimaciones de producciones futuras. Esta información es necesaria para la elaboración del reporte de producción. Ese reporte es un estimado basado en históricos de consumo, ya que muchas veces los operarios olvidan colocar sus boletas en los buzones, por lo que los reportes deben ser corregidos ese mismo día por el departamento de ingeniería para contar con datos reales y no estimados.

Los reportes de empaque también sirven para conocer cuánto producto se encuentra en bodega de producto terminado, por lo que es muy importante llevar un control exacto de dichas boletas.

3. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO SISTEMA

Este proyecto consiste en la implementación de un lector de código de barras para mejorar el control de materia prima, en el área de bodega de materia prima con el propósito de hacer más eficiente el proceso de requisición de materiales.

3.1. Tipo de código de barras a utilizar

Debido a la gran variedad de equipo para lectura de código de barras, se debe elegir el que mejor se adapte a las necesidades de la empresa, ya que esto influirá en el aumento de la productividad y la eficiencia, así como la disminución del error humano. El código de barras permitirá llevar un mejor control del inventario, ya que al no tener esta herramienta actualmente resulta más difícil determinar cuánto material se tiene y por ende cuándo hacer los pedidos corriendo el riesgo de no cumplir con los tiempos de entrega establecidos, o bien tener exceso de producto en inventario que al final genera costos innecesarios.

En este caso debido a que se necesita hacer lecturas del producto manteniendo las manos libres del operario para tener una mejor maniobra del producto, así como el lector debe ser capaz de hacer lectura a una distancia mínima de dos metros, ya que muchas veces el material se encuentra a una distancia mayor al alcance del brazo del supervisor , también servirá para hacer

inventario físico del producto en existencia que esté colocado a una distancia considerable del operario, específicamente en estanterías altas.

Para este proyecto se recomienda utilizar el sistema EAN/UCC, ya que es uno de los más utilizados en las empresas para controlar inventarios, ya que es capaz de manejar toda la información de un producto, mediante un número único en todo su proceso. La representación de números y letras en códigos de barras previene errores, disminuye costos y elimina la necesidad de ingresar manualmente información a los sistemas de cómputo. A continuación se presenta un ejemplo de del tipo de código de barras a utilizar.

Figura 7. **Código de barras EAN/UCC 128**



Fuente: internet/ www.gs1ve.org

Carácter de inicio: determina el tipo o conjunto de caracteres que se representan.

Datos: corresponden a la información relacionada con el producto.

Carácter especial: función 1 es el carácter que junto con el de inicio define la simbología estándar EAN/UCC 128. También se usa como separador de

campos cuando en un símbolo se concatenan varios campos de longitud variable.

Carácter de control: es calculado a partir de los otros caracteres del símbolo con el módulo 103, su uso es obligatorio y se emplea para verificar que el código de barras ha sido correctamente compuesto y leído.

Carácter de parada: carácter auxiliar que indica el final del símbolo del código de barras.

3.2. Software

Para la correcta implementación del código de barras para el control de inventarios es necesario contar con un *software* adecuado, que permita el adecuado manejo de datos de la materia prima, el cual se detalla a continuación:

- Programa de computación para PC que permita el ingreso y almacenaje e impresión de datos: este programa permitirá a la empresa la generación de códigos de barra personalizados, para automatizar la identificación de productos y así mismo agilizar los procesos de inventario y control de mercancías. Esto mediante *software* específicamente para el diseño de etiquetas con códigos de barras - o soluciones de última generación haciendo uso de RFID – (*Radio Frequency IDentification*) por sus siglas en inglés o identificación por radiofrecuencia.

Este *software* funciona con programas de *Microsoft 2000*, *Microsoft Windows XP*, *Windows 2003* o *Windows vista* y debe soportar gráficos en

distintos formatos incluyendo los mas utilizados como incluyendo BMP, EPS, GIF, IMG, JPEG, MAC, PCX, TIFF, WPG, por mencionar algunos. El costo aproximado de este *software* en el mercado oscila entre Q. 8 000 a Q. 15 000 dependiendo de la marca y tipo de programas.

3.3. Hardware

Para llevar a cabo el proyecto de control de inventarios es necesario la implementación de *hardware* entre el que se cuenta:

- Lector de código de barras

De todos los tipos de lectores existentes en el mercado, uno de los lectores que más se adecua al proyecto de control de inventarios en la empresa es el lector óptico con capacidad de lectura RFID (*radio frequency identification*) por sus siglas en inglés, que es un rastreador de mano para códigos de barras de alto desempeño. Este lector emplea la tecnología de captura de imagen lineal. Combina una brillante y fina línea de guía con una alta resolución de captura de imagen, lo que hace que la lectura sea fiable.

La salida decodificada es compatible con teclado y puerto serial. Este lector puede ser conectado tanto a las computadoras personales comunes como a un gran número de terminales especiales y terminales portátiles. Todo ello con el simple cambio de un cable, reduciendo así costos de reemplazo. La forma ergonómica del agarre de dicho lector permite calzar a cualquier tamaño de manos. Su estructura debe ser fuerte y durable, hecho para exigentes ambientes de trabajo. El costo aproximado del

hardware en el mercado oscila entre Q. 6 000 a Q 12 000 dependiendo de la marca y tipo de equipo.

Este tipo de lector funciona excepcionalmente bien en aplicaciones tales como:

- ✓ Control de inventarios, que es lo que se busca en este caso.
- ✓ Operación manual o automática sobre un soporte.
- ✓ Utilización en interiores como exteriores: se adapta a diferentes condiciones de luz, se hace excelente para utilizarlo en áreas de bodega donde la luz solar es escasa.
- ✓ Comunicación con otros equipos de cómputo: puede ser conectado y establecer comunicación con las actuales PCS y terminales en forma fácil y rápida, a través de las herramientas de programación basadas en *Windows* o menús de programación por medio de código de barras.

Figura 8. **Lector óptico de código de barras tipo pistola**



Fuete: internet/www.sicae.es

- Impresora de etiquetas

Para la impresión de las etiquetas de código de barras se requiere una impresora que ahorre tiempo, teniendo una velocidad mínima de 250mm/s con una definición de impresión alta para que la lectura del código por el lector óptico sea eficiente. Debe ser compatible con los programas de *software* que manejen las lecturas de código de barras. No requiere alto mantenimiento, únicamente deben limpiarse los componentes periódicamente y mantenerlos libres de polvo. El costo aproximado de este tipo de impresora en el mercado oscila entre Q 4 000 a Q 8 000 dependiendo de la marca y tipo de impresión.

- Computadora personal con su respectivo teclado y *mouse*

Al igual que los otros componentes la computadora es indispensable para la implementación de dicho sistema, ya que ella contendrá el *software* principal para la lectura, almacenaje e impresión de los códigos de barras.

La computadora debe tener capacidad de memoria de al menos 2 gigabytes para garantizar espacio suficiente para almacenaje de datos y posterior contabilización y lectura de códigos de productos para poder realizar un efectivo control de inventarios.

También debe poseer instalado el programa de *Windows*, ya que existen varias versiones, se recomienda en el último de los casos contar con *Windows* 2003. La computadora debe poseer entradas o puertos para lectura del lector óptico, o contar con entradas para adaptadores. El mantenimiento requerido periódico es limpieza de partes para evitar suciedad acumulada que pueda dañar el buen desempeño del equipo. El costo aproximado del *hardware* en el

mercado oscila entre Q 5 000 a Q 20 000 dependiendo de la marca y tipo de equipo.

3.4. Recurso humano propuesto

Debido al tipo de equipo tecnológico a utilizar, se hace necesaria la selección y capacitación del recurso humano para poder hacer un uso adecuado del equipo y así evitar fallas en el transcurso del proceso desde la requisición de materia prima hasta el control de inventarios por lo que para poder llevar a cabo un buen control de inventarios debe contarse con el recurso humano idónea para cada plaza. En el área de bodega debe contarse con un supervisor que cuente con estudios básicos de contabilidad y manejo de paquetes básicos de computación.

Para el área de ingeniería debe contarse con un auxiliar que posea estudios intermedios de contabilidad y control de inventarios, así como conocimiento básico de paquetes de computación.

3.4.1 Perfil de recurso humano a utilizar

El personal que labora actualmente en el departamento de Ingeniería se encuentra en capacidad académica para poder utilizar el equipo lector de código de barras ya que actualmente tienen el grado mínimo de diversificado o perito contador y en su mayoría con estudios universitarios, por lo que, la capacitación debe ser sencilla. A continuación se muestra el perfil que debe poseer un auxiliar del departamento de ingeniería.

Figura 9. Perfil de recurso humano para el departamento de Ingeniería

<u>PERFIL DEL PUESTO DE TRABAJO</u>
Nombre del puesto: auxiliar de ingeniería.
Área/ Departamento de trabajo: departamento de ingeniería.
Jefe inmediato: gerente de manufactura.
Instrucción y / o conocimientos: nivel diversificado /perito contador con conocimientos de control de inventarios.
Cualidades Intelectuales: inteligencia e imaginación, don de mando, capacidad para organizar, juicio práctico, observador y dinámico, capaz de trabajar bajo presión.
Cualidades Morales y Sociales: sentido de responsabilidad, honradez, lealtad a la empresa, amable y cortés.
Esfuerzo físico: mínimo.
Esfuerzo mental: análisis de solución de problemas, concentración prolongada, tensión bajo presión de cumplir con tiempos límites.
Esfuerzo visual y /o auditivo: dentro del límite normal.
Riesgos: no presenta riesgos de accidente salvo descuidos.
Ambiente: oficina semi-privada.
Manejo de equipo: computadora, lectores de maquinaria.
Relaciones con el puesto: departamento de bodega de materia prima, departamento de control de calidad, departamento de bodega de producto terminado.
Funciones: elaboración del reporte de materia prima, elaboración de cubicaciones, comunicación constante con los departamentos relacionados para identificación de puntos de mejora, análisis de requerimiento de control de materia prima para el área de producción, medición de niveles de diesel, empate de inventarios entre bodega de materia prima y producto terminado

Fuente: elaboración propia.

El recurso humano a utilizar en el departamento de bodega de materia prima, específicamente en el área de la requisición del producto actualmente cuentan con estudios primario y algunos con básico, no cuentan con experiencia en el manejo de paquetes de computación, ya que actualmente

dicha requisición es realizada a mano, por lo que no se ven en la necesidad de utilizar equipo de computación, ya que dichas boletas de requisición que son llenadas a mano son entregadas a supervisores con un grado más alto de instrucción que son los encargados de hacer el inventario de materia prima.

Por lo tanto, es necesario crear un nuevo perfil para los encargados de proveer a los operarios la materia prima para la alimentación de máquinas. A continuación se muestra dicho perfil:

Figura 10. **Perfil de recurso humano para el departamento de bodega de materia prima**

<u>PERFIL DEL PUESTO DE TRABAJO</u>
<p>Nombre del puesto: auxiliar de bodega de materia prima.</p> <p>Área/ Departamento de trabajo: departamento de bodega de materia prima.</p> <p>Jefe inmediato: gerente de bodega de materia prima.</p> <p>Instrucción y / o conocimientos: nivel diversificado /perito contador con conocimientos de control de inventarios.</p> <p>Cualidades Intelectuales: inteligencia e imaginación, don de mando, capacidad para organizar, juicio práctico, observador y dinámico.</p> <p>Cualidades Morales y Sociales: sentido de responsabilidad, honradez, amable y cortés.</p> <p>Esfuerzo físico: moderado a intenso.</p> <p>Esfuerzo mental: moderado.</p> <p>Esfuerzo visual y /o auditivo: moderado.</p> <p>Riesgos: accidentes debido a falta de atención.</p> <p>Manejo de equipo: computadora, lectores de código de barras.</p> <p>Relaciones con el puesto: departamento de ingeniería, bodega de producto terminado.</p> <p>Funciones: recepción de solicitud de materia prima, entrega de material primo, ingreso y control de datos de materia prima a sistemas de cómputo.</p>

Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Selección de recurso humano

Para poder hacer una selección del recurso humano a ocupar los puestos para llevar a cabo dicho proyecto, debe tenerse en cuenta dos situaciones:

- Personal laborando actualmente en la empresa
Contar con personal que actualmente labora en la empresa y darle la capacitación necesaria para el manejo del equipo a utilizar en la lectura del código de barras, así como el control de inventarios y el rastreo de la materia prima en cualquier momento. El personal que labora actualmente no tiene conocimiento de paquetes de computación ya que actualmente no es necesario, pero conoce el proceso de requisición, así como conoce la materia prima que se solicita, lo que es favorable, ya que únicamente debe proveerse la capacitación sobre la utilización del equipo.

Los costos de capacitación de personal existente oscilaría entre Q. 600 a Q 700 debido a las sesiones de enseñanza tanto de *hardware* como de *software* que se muestra en la tabla 7.

- Personal nuevo
Contratar personal nuevo que posea conocimientos básicos de paquetes de computación, así como control de inventarios. Aunque ya tienen los conocimientos sobre el uso de una computadora, siempre debe proveérsele la capacitación sobre el uso del equipo de lectura de código de barras, como además la capacitación sobre el tipo de materia prima que se maneja y el proceso de requisición.

Los costos de contratación de nuevo personal oscilaría entre Q. 1 400 a Q 1 500 tomando factores como:

- ✓ Inducción a la empresa Q. 100/hr. x 2hr = Q.200,00
- ✓ Inducción al puesto Q. 100/hr. X 5hr= Q.500,00
- ✓ Sesiones de enseñanza de *Hardware y Software* Q 675,00
- ✓ Tiempo de acoplamiento: al no contar con la experiencia en localización de bodega, podría representar un atraso las entregas, generando horas extras hasta que se acople perfectamente al puesto.

Aunque ambas situaciones funcionan, la más rentable es utilizar al personal que labora actualmente en la empresa, no sólo porque que el proceso de capacitación para los mismos es más corto, ya que actualmente conocen como se maneja la requisición de materia prima, así como el tipo de materia prima que se trabaja, sino porque el costo económico es menor.

3.5. Programa de capacitación de personal

Para que la implementación del código de barras en el control de inventario sea un éxito, debe contarse con un programa constante de capacitación al personal, manteniendo una comunicación constante con ellos para ayudarlos a ver la lógica del cambio y quitarles o disminuirles la tensión que les pueda generar la resistencia al cambio y hacerles ver que dicho cambio beneficiará la productividad del personal y por ende, la productividad de ellos.

Dicho entrenamiento debe darse a los empleados que se harán cargo de trabajar directamente con los lectores de código de barras, en este caso, el departamento de materia prima, así como el departamento de ingeniería, que es el encargado de verificar los pedidos de producción utilizando los reportes de materia prima consumida. Usualmente el proveedor del equipo es el que

proporciona la capacitación al cliente, que en este caso sería el departamento de ingeniería y bodega de materia prima.

Objetivos de la capacitación

- Mejorar la eficiencia y eficacia del proceso de requisición de materia prima, por medio del lector de código de barras que proporciona la lectura de los datos de la materia prima, evitando el llenado a mano de boleta de requisición de material, haciendo el proceso más rápido y eficiente, disminuyendo los tiempos de espera de recepción de material.
- Mejorar la eficiencia y eficacia del proceso de control de inventarios por medio del almacenamiento de datos del material en el sistema de cómputo, haciendo posible el control de material existente en el momento requerido, sin necesidad de esperar a que el departamento de ingeniería coteje datos con producción y bodega de materia prima para presentar un informe aproximado.
- Reducir el estrés en los trabajadores relacionados con el control del inventario, ya que deben presentar a los supervisores y jefes de diferentes áreas a las ocho de la mañana ,un informe de material consumido para hacer la proyección de producción diaria, para lo cual deben haber cotejado todos los datos para presentar información, lo que al no estar en el sistema todos los datos genera una gran presión para el operario, pero al contar con el código de barras, se espera que toda la información necesaria reencuentre en el sistema de cómputo para que sólo sea necesario hacer el informe en cualquier momento.

- Disminuir el tiempo del proceso de requisición de materia prima y control de inventarios al hacer más rápido el proceso de pedido al no tener que llenar boletas de papel ya que el lector de código de barras se encargaría de tener esa información lista.

El entrenamiento puede ser enfocado a dos áreas:

- Dentro del área de trabajo, ya que es allí donde se encuentra todo el equipo a utilizar, como el lector óptico de código de barras, y también se encuentra allí la materia prima.
- Fuera del área de trabajo, que consiste en la enseñanza del uso básico de los programas de computación.

Técnicas de capacitación a utilizar

- Técnica audiovisual: puede utilizarse técnicas audiovisuales para ejemplificar la manera en la cual funciona el lector óptico, el ingreso de datos a la computadora para editar las etiquetas de código de barras, así como la impresión de las mismas. Con esta técnica se busca que el operario tenga una idea precisa del equipo al cual debe adaptarse.
- Instrucción asistida por computadora: ofrece una instrucción personalizada al operario, ya que en ella puede aprender y practicar el manejo de programas básicos de computación.

3.5.1. Explicación de *hardware*

Para que el trabajador sea efectivo en su trabajo debe poder manejar el equipo de computación, así como el lector óptico de código de barras y la impresora, se le debe explicar en qué consiste y cómo funciona el equipo sin

entrar en detalles de fabricación, forma de impresión o lectura, ya que para él son datos irrelevantes. Sobre la computadora debe explicársele como ingresar datos a la misma utilizando el teclado y *mouse*, así como el encendido y apagado de la misma.

Acerca del lector óptico habrá que enseñarle la manipulación del mismo y las distancias de lectura que permite el aparato, así como la conexión entre el lector y la computadora.

Sobre la impresora debe saber como encenderla y apagarla, su funcionamiento, como conectarla a la computadora y proveerle de etiquetas de impresión de código de barras.

3.5.2. Explicación de *software*

El operario debe conocer el *software* instalado en los computadores y estar totalmente familiarizado con el mismo. Se le debe explicar el *software* de arranque *Windows*, pero principalmente el *software* que lee y edita la información del código de barras, debe aprender como ingresar el producto y poder hacer una búsqueda de materia prima en cualquier momento para poder controlar de una manera efectiva el inventario.

También debe ser capaz de mandar a impresión las etiquetas con los códigos de barras que se colocaran en la materia prima. A continuación se muestra una tabla que muestra los tiempos esta inducción.

Tabla I. **Tiempos estimados de inducción**

Actividad	Tiempos en horas
Explicación partes de computadora	1
Ingreso de datos en el sistema	2
Arranque de <i>Windows</i>	0,5
<i>Software</i> lector de código de barras	2
Funcionamiento y manipulación de lector óptico	2
Conexión de accesorios y lector óptico al computador	1
Búsqueda de productos específicos en el sistema	2
Impresión de etiquetas	1,5
Ajuste de impresora	1
Total	13

Fuente: elaboración propia.

3.5.3. Toma de tiempos

Para poder aumentar la productividad de la empresa se hace necesario mejorar los procesos. Uno de las mejoras requiere la toma de tiempos en los procesos de requisición de materia prima, recolección y contabilización de boletas, ingreso de datos al sistema, verificación de cuadre entre bodega de materia prima y departamento de ingeniería. Para ello deben cronometrarse los tiempos actuales y estandarizarlos para poder hacer mejoras continuas en el

proceso de requisición de materia prima. A continuación se muestra un ejemplo de los pasos que se pueden seguir para la toma de tiempos:

Tabla II. **Paso 1: definir los elementos que componen la tarea**

1.	Pedido de boleta de requisición de MP a BMP
2.	Entrega de boleta por supervisor de BMP
3.	Escritura en boleta haciendo requisición de material
4.	Entrega de boleta al supervisor de bodega de materia prima
5.	Ingreso de datos al sistema
6.	Búsqueda de material requerido
7.	Pesaje de material requerido
8.	Entrega de material requerido por el operario con copia de boleta
9.	Depósito de boleta en buzones localizados en planta por el operario.

Fuente: elaboración propia.

Paso 2: usando un cronómetro, medir el tiempo de cada elemento (10 veces).

Paso 3: calcular el tiempo medio de cada elemento.

Tabla III. **Paso 4: calcular el tiempo total de la tarea.**

Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Te (media)
1. Pedido de boleta de rq de MP a BMP	1,00	1,01	1,00	1,01	1,0	1,0	1,0	1,01	1,0	1,01	1,01
2. Entrega de boleta de supervisor BMP	0,22	0,20	0,20	0,21	0,20	0,21	0,20	0,20	0,21	0,20	0,21
3. Escritura de boleta	5,00	4,58	4,59	5,02	5,00	4,59	4,58	5,01	5,00	5,00	5,01
4. Entrega de boleta a supervisor	7,00	6,00	8,00	7,56	7,55	7,54	8,02	8,00	8,01	8,00	8,02
5. Ingreso de datos al sistema	8,04	8,03	8,00	8,01	8,05	7,50	8,06	8,00	8,02	8,01	8,03
6. Búsqueda de material requerido	4,60	4,00	4,02	4,04	4,00	3,54	4,05	4,06	4,03	4,00	4,05
7. Pesaje de material requerido	8,06	8,00	8,03	8,00	8,03	8,03	8,00	8,05	8,05	8,00	8,04
8. Entrega de material requerido	2,00	2,01	1,50	1,56	2,05	2,00	2,05	2,05	2,00	1,59	1,88
9. Depósito de boleta en buzones	0,10	0,13	0,15	0,15	0,15	0,15	0,13	0,16	0,14	0,15	0,15

Tiempo Total = 36,35

Fuente: elaboración propia.

3.5.4. Tiempos actuales

En la siguiente tabla se muestran los tiempos cronometrados tomados en las diferentes estaciones de trabajo que comprenden el proceso de requisición de materia prima, recolección y contabilización de papeletas, ingreso de datos al sistema, cuadro entre bodega de materia prima y departamento de ingeniería así como el control de inventarios.

Tabla IV. **Tiempos cronometrados en el área de bodega de materia prima para requisición de material método actual**

Actividades en el área de bodega de materia prima para requisición de material	Tiempo (minutos)
Pedido de boleta de requisición de MP a BMP	1
Entrega de boleta por supervisor de BMP	0,2
Escritura en boleta haciendo requisición de material	5
Entrega de boleta al supervisor de bodega de materia prima	8
Ingreso de datos al sistema	8
Búsqueda de material requerido	4
Pesaje de material requerido	8
Entrega de material requerido por el operario con copia de boleta	2
Depósito de boleta en buzones localizados en planta por el operario	0,15
Total de tiempo	36,35

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Tiempos cronometrados en el departamento de Ingeniería para recolección, organización e ingreso de datos método actual**

Actividades del departamento de ingeniería para la recolección, organización e ingreso de datos	Tiempo (minutos)
Recolección de boletas en ambos buzones en planta	10.
Recolección de boletas en el área de supervisores de producción	7
Separación y organización de papeletas	35
Requisición de boletas faltantes al departamento de bodega de materia prima	20
Fotocopiado de boletas faltantes	13
Cuadre de boletas con departamento de bodega de materia prima	25
Ingreso de datos al sistema	35
Total de tiempo	145

Fuente: elaboración propia.

3.5.5. Tiempos propuestos

Con el fin de mejorar la eficiencia del proceso y aumentar el rendimiento de los operadores y eliminar tiempos de ocio en la requisición de material, con la implementación de este nuevo sistema tecnológico se pretende disminuir tiempos de operación en todos los procesos involucrados desde la bodega de materia prima hasta el departamento de Ingeniería. Los tiempos propuestos son estimados de acuerdo a la velocidad del lector de código de barras, pero las actividades en donde no interviene el lector son producto de toma de tiempos medios por cronómetro.

Tabla VI. **Tiempos propuestos en el área de bodega de materia prima para requisición de material**

Actividades en el área de bodega de materia prima para requisición de material	Tiempo (minutos)
Pedido de material al supervisor de bodega de materia prima	1
Lectura de código de barras de material y código de operador	0,2
Búsqueda materia prima por supervisor	4
Pesaje de material	8
Entrega de material al operario	1,7
Total de tiempo	14,9

Fuente: elaboración propia.

Para el departamento de ingeniería prácticamente desaparecen las actividades de contabilización y cuadro de boletas, ya que automáticamente con el código de barras los datos se encuentran en el sistema, por lo que el control de inventarios se simplifica y se ahorra sólo en el departamento de ingeniería se ahorran 145 minutos, lo que representan 2.4 horas que pueden utilizarse para realizar otro tipo de procesos, lo que disminuye o elimina las horas extras.

3.5.6. Eliminación de tiempos de ocio

Con el método que se lleva actualmente en la requisición de materia prima existen momentos durante el proceso en que el operario se encuentra inactivo perdiendo tiempo y por ende, atrasando la producción. Aunque no todos los tiempos de ocio pueden ser eliminados, debido a la demora normal de ciertos procesos, otros si pueden eliminarse. En este caso los tiempos de ocio que pueden evitarse con el código de barras son:

- La recepción por parte del supervisor de la boleta de material requerido.
- La espera por parte del operario a que el supervisor ingrese los datos de la materia requerida al sistema.

3.5.7. Duración de capacitación

Debe planificarse la capacitación en un tiempo prudente y tratar en lo posible que la misma no afecte el trabajo directo sobre la producción de los empleados, pero al planificar debe tomarse en cuenta que el tipo de operación a enseñar y la duración de la misma. A continuación se muestra una tabla sugerida para el período de duración de cada operación a capacitar:

Tabla VII. **Tiempos sugeridos para la capacitación del nuevo equipo a utilizar para el control de inventarios**

Operación	Duración en minutos
Enseñanza del <i>hardware</i> a utilizar Computadora, teclado y <i>mouse</i> , encendido y apagado	1 sesión 60 min
Enseñanza del paquete básico de computación <i>Windows</i> o <i>Excel</i>	1 sesión 120 min.
Enseñanza del <i>software</i> de lector y editor de código de barras	2 sesiones 120 min.
Enseñanza <i>hardware</i> de lector óptico de código de barras e impresora	1 sesión 120 min.
Duración total de capacitación	420 minutos

Fuente: elaboración propia.

3.5.8. Costo de capacitación

En los costos de capacitación se toman en cuenta todos los procesos por los cuales deben pasar los trabajadores, tomando en cuenta a los capacitadores.

Tabla VIII. **Costos propuestos de capacitación al inicio del programa**

Operación	Costo
Enseñanza del <i>hardware</i> a utilizar computadora, teclado y <i>mouse</i> , encendido y apagado de computador	30 minutos (Q150/h)(0.5h)=Q75
Enseñanza del paquete básico de computación <i>Windows</i> o <i>Excel</i>	1 sesión 60 minutos (Q150/h)(1h)=Q150
Enseñanza del <i>software</i> de lector y editor de código de barras	2 sesiones 120 minutos (Q150/h)(2hr)=Q.300
Enseñanza <i>hardware</i> de lector óptico de código de barras e impresora	1 sesión 60 minutos (Q150/h)(1h)=Q150
Costo total de capacitación	Q 675,00

Fuente: elaboración propia.

El uso adecuado del lector de código de barras, como la impresora y el sistema de cómputo es proporcionado por el proveedor del mismo a los supervisores o jefes de área, lo cuales a su vez se encargarían de capacitar a su personal debido a los diferentes turnos de trabajo, siendo esta una capacitación el puesto de trabajo la cual es un enfoque informal en la capacitación que permite que un empleado aprenda las tareas en su puesto al desarrollarlas realmente.

Se recomienda que los jefes de área, luego de haber recibido la capacitación por parte del proveedor se encarguen de capacitar a su propio personal en el horario de cada trabajador, de lo contrario los costos de capacitación aumentarían considerablemente, ya que se incurriría en costo de capacitador por cada turno trabajado.

Con el fin que la capacitación aumente el compromiso del empleado hacia la empresa se debe crear un programa de capacitación constante que también refleje un compromiso por parte de la empresa para poder satisfacer las necesidades de los consumidores con respecto a la calidad, variedad, personalización, conveniencia y puntualidad. Para satisfacer estos nuevos criterios es necesario que la fuerza laboral esté más que sólo técnicamente capacitada. Se requiere que la gente sea capaz de analizar y resolver problemas relacionados con el trabajo, trabajar productivamente en equipo y desplazarse de puesto en puesto, con el fin de mejorar la competitividad de la empresa.

Se debe tomar en cuenta varias estrategias como pueden ser:

- Utilizar el refuerzo positivo
- Eliminar amenazas y castigos
- Ser flexible
- Hacer que los participantes establezcan metas personales
- Diseñar una instrucción interesante
- Eliminar obstáculos físicos y psicológicos de aprendizaje.

3.6. Manuales de operaciones

Debido a la importancia en el proceso de control de inventarios, es necesario conocer los procesos que se llevan a cabo con exactitud para conocer los costos ocultos del proceso y poder eliminarlos, para ello se presentan los diagramas de operaciones de proceso y diagrama de flujo de proceso tanto del método actual como el propuesto.

3.6.1. Diagrama de operaciones del proceso

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco clasificaciones.

Estas se conocen bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes. Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de un proceso productivo de cualquier tipo, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto principal.

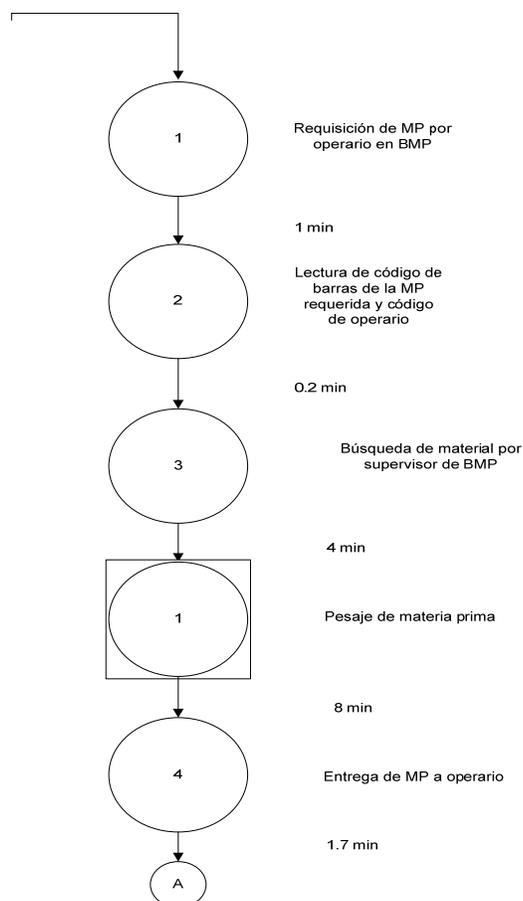
De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes tolerancia y especificaciones, todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones de proceso. Antes de que se pueda mejorar un diseño se deben examinar primero los dibujos que indican el diseño actual del producto. Análogamente, antes de que sea posible mejorar un proceso de manufactura, conviene elaborar un diagrama de operaciones que permita comprender perfectamente el problema, y determinar en qué áreas existen las mejores posibilidades de mejoramiento.

El diagrama de operaciones de proceso permite exponer con claridad el problema, pues si no se plantea correctamente un problema difícilmente podrá ser resuelto.

Figura 11. **Diagrama de operaciones del proceso de requisición de materia prima, hoja 1/2**

Diagrama de operaciones
DOP

Empresa: Empresa de frituras alimenticias Departamento: bodega de materia prima Proceso: Requisición de materia prima Realizado por: Diana Rodríguez Inicio: Depto . de Bodega de materia prima	hoja 1/2 Fecha: Noviembre, 2008 Método: Propuesto Finaliza: BMP
---	--



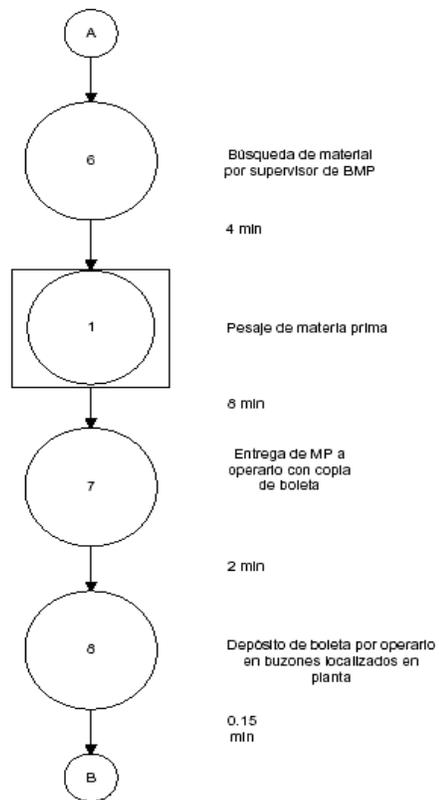
Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Diagrama de operaciones del proceso de requisición de materia prima, hoja 2/2

Diagrama de operaciones
DOP

Empresa: Empresa de frituras alimenticias
Departamento: bodega de materia prima
Proceso: Requisición de materia prima
Realizado por: Diana Rodriguez
Inicio: Depto . de Bodega de materia prima

hoja 2/2
Fecha: Noviembre, 2008
Método: Actual
Finaliza: Planta producción



Símbolo	Descripción	Total	Tiempo en minutos
○	Operación	8	28.35
◻○	Operación e Inspección	1	8
Total		9	36.36

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Nomenclatura del diagrama de operaciones del proceso de requisición de materia prima

Diagrama de operaciones
DOP

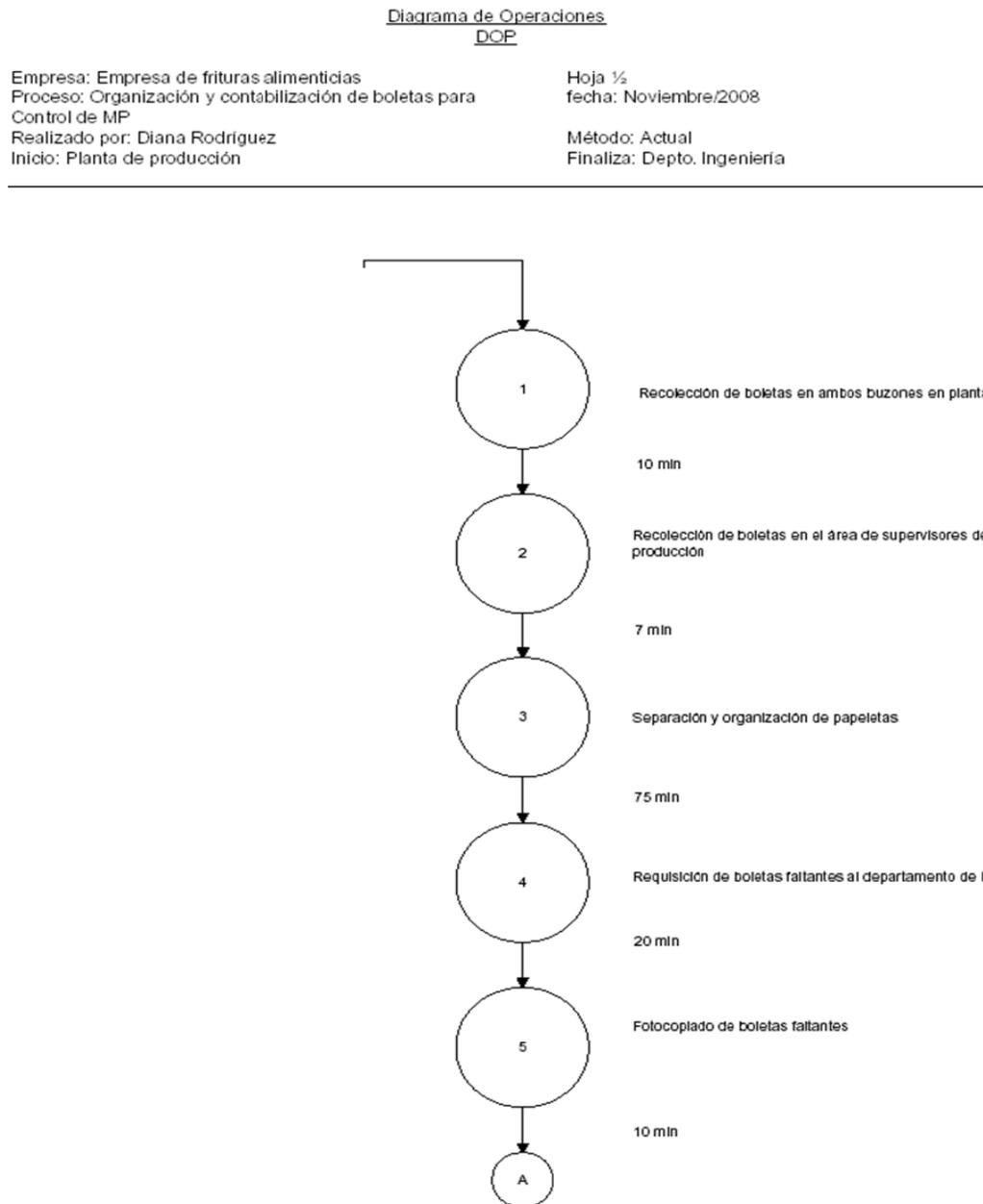
Empresa: Empresa de frituras alimenticias
Departamento: bodega de materia prima
Proceso: Requisición de materia prima
Realizado por: Diana Rodríguez
Inicio: Depto . de Bodega de materia prima

hoja 1/2
Fecha: Noviembre, 2008
Método: Propuesto
Finaliza: BMP

Símbolo	Descripción	Total	Tiempo en minutos
	Operación	4	6.9
	Operación e Inspección	1	8
Total		5	14.9

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Diagrama de operaciones del proceso de organización y contabilización de boletas para control de MP, hoja 1/2



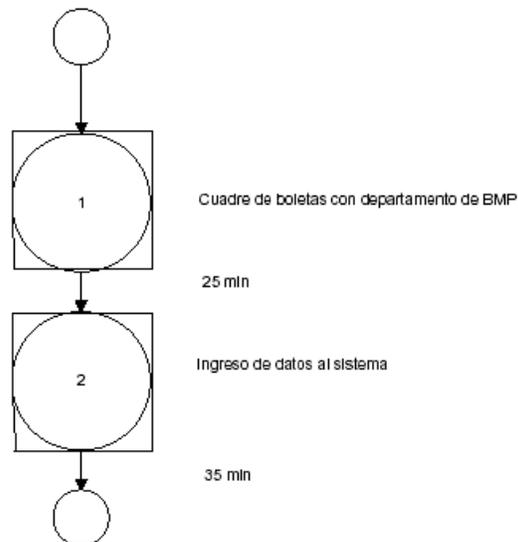
Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Diagrama de operaciones del proceso de organización y contabilización de boletas para control de MP, hoja 2/2**

Diagrama de Operaciones
DOP

Empresa: Empresa de frituras alimenticias
 Proceso: Organización y contabilización de boletas para Control de MP
 Realizado por: Diana Rodríguez
 Inicio: Planta de producción

Hoja 2/2
 fecha: Noviembre/2008
 Método: Actual
 Finaliza: Depto. Ingeniería



Símbolo	Descripción	Total	Tiempo total en minutos
○	Operación	5	122
◻○	Operación e Inspección	2	60
Total		7	182

Fuente: elaboración propia.

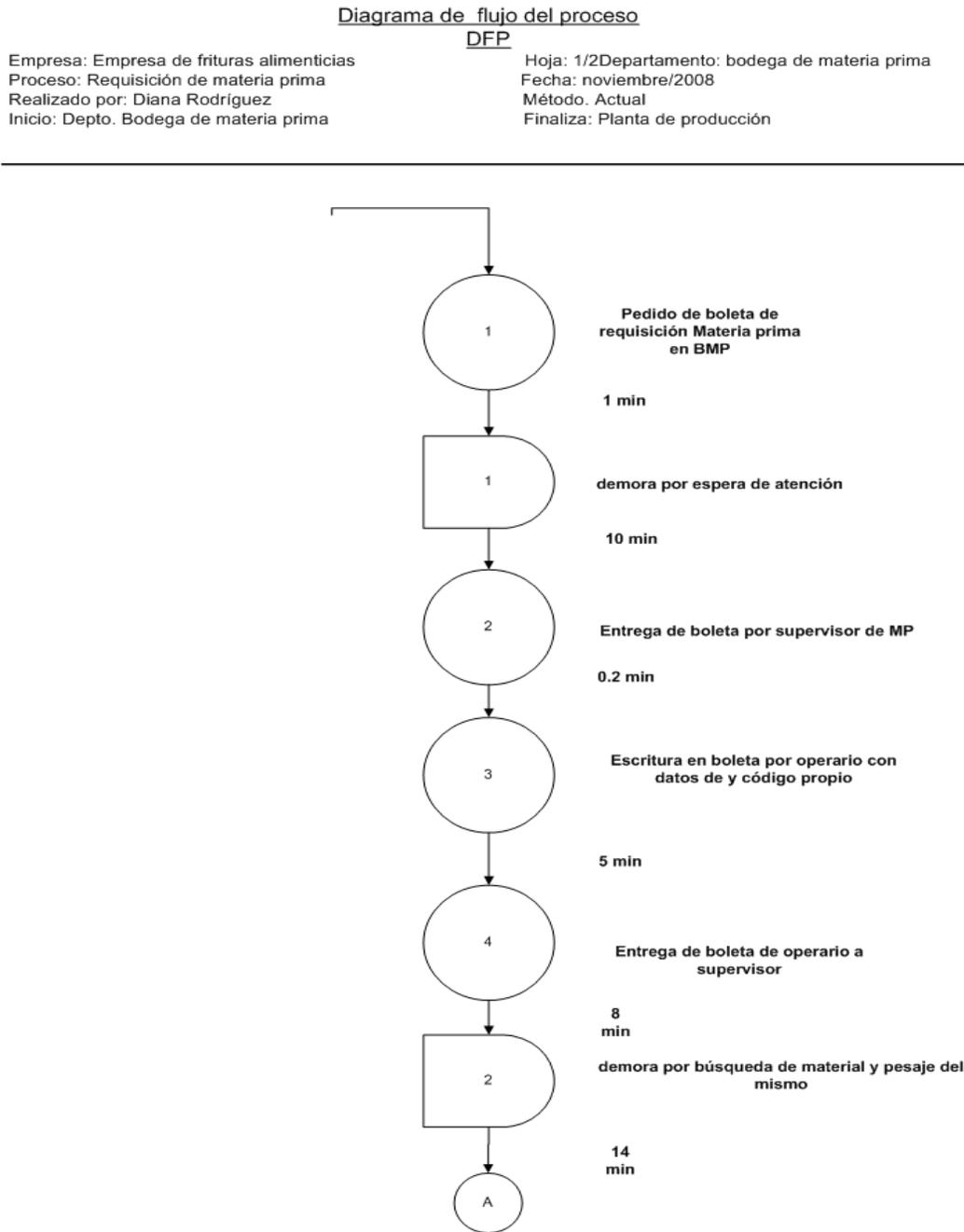
3.6.2. Diagrama de flujo del proceso

Un diagrama de flujo representa la esquematización gráfica de un algoritmo , el cual muestra gráficamente los pasos o procesos a seguir para alcanzar la solución de un problema. Su correcta construcción es sumamente importante porque, a partir del mismo se escribe un programa en algún lenguaje de programación. El diagrama destaca todos los pasos importantes de un proceso incluyendo no sólo la operación inspección sino además los transportes y las demoras. Ayudan a comprender mejor el proceso a través de mostrarlo como un dibujo.

El cerebro humano reconoce fácilmente los dibujos. Un buen diagrama de flujo reemplaza varias páginas de texto. Permiten identificar los problemas y las oportunidades de mejora del proceso. Se identifican los pasos redundantes, los flujos de los re-procesos, los conflictos de autoridad, las responsabilidades, los cuellos de botella, y los puntos de decisión. Muestran las interfaces cliente-proveedor y las transacciones que en ellas se realizan, facilitando a los empleados el análisis de las mismas. Son una excelente herramienta para capacitar a los nuevos empleados y también a los que desarrollan la tarea, cuando se realizan mejoras en el proceso.

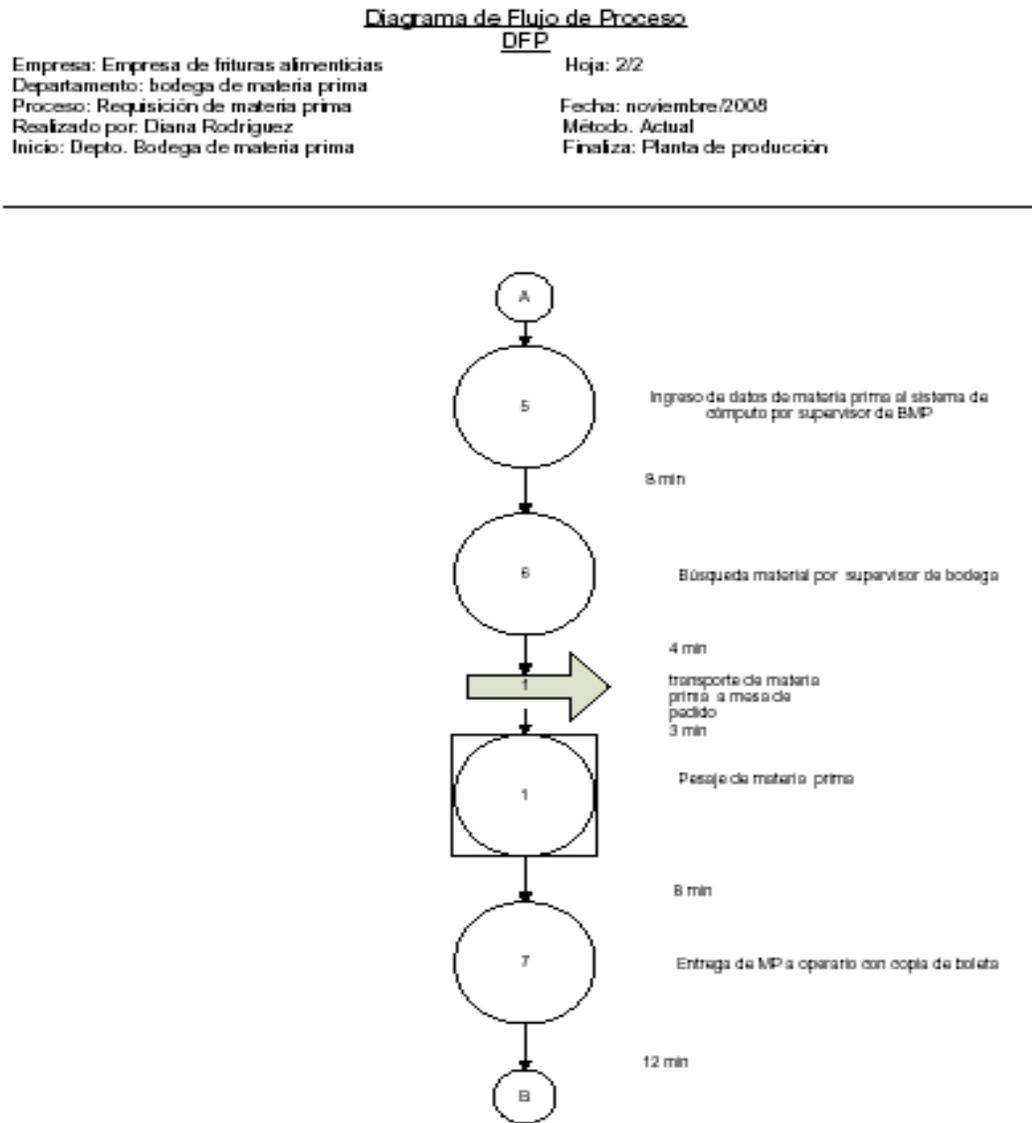
Existe una gran diferencia en cuanto a tiempos se refiere con la nueva implementación del sistema, ya que no existen demoras y se disminuyen los tiempos de transporte, siendo bastante más significativo para el departamento de ingeniería, ya que se ahorra un poco más de tres horas con el lector de código de barras, y por ende ahorrando el pago de horas extras permitiendo a los auxiliares de ingeniería realizar los reportes de producción con más exactitud y también les permite enfocarse en otras tareas.

Figura 16. Diagrama de flujo de proceso de la requisición de materia prima, método actual, hoja 1/3



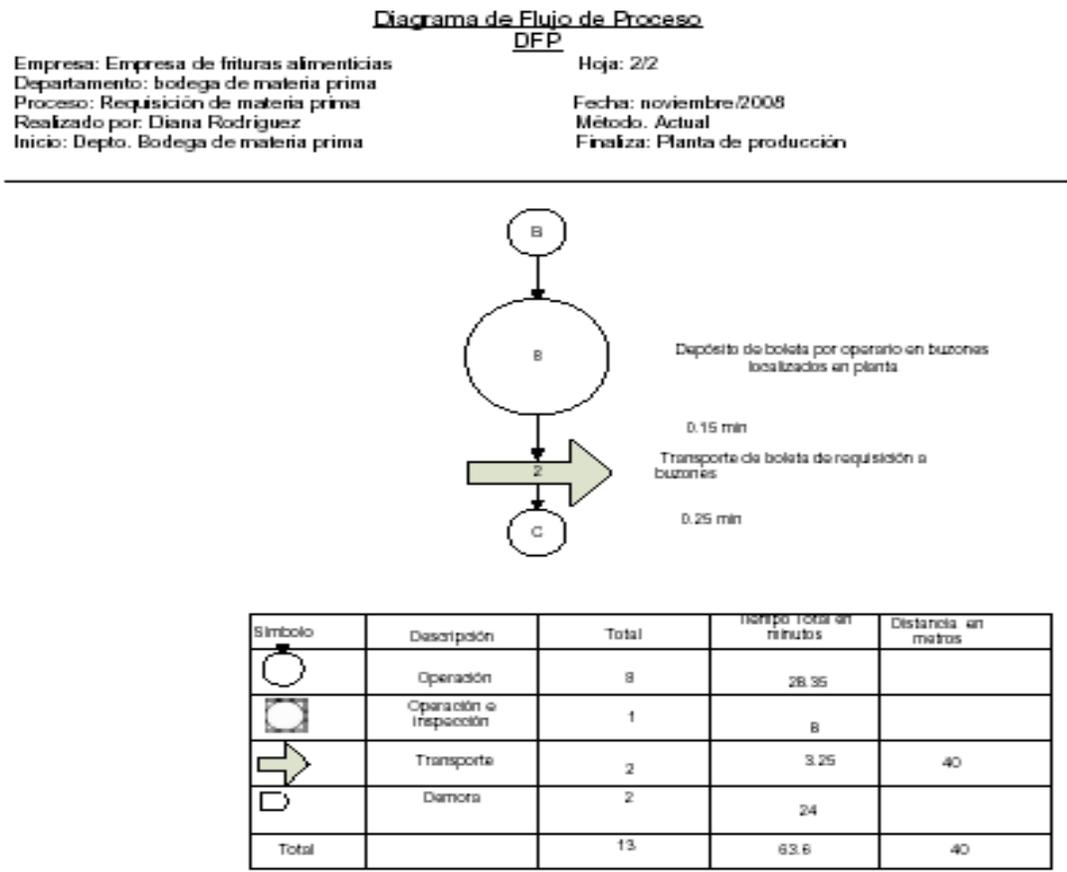
Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Diagrama de flujo de proceso de la requisición de materia prima, método actual, hoja 2/3



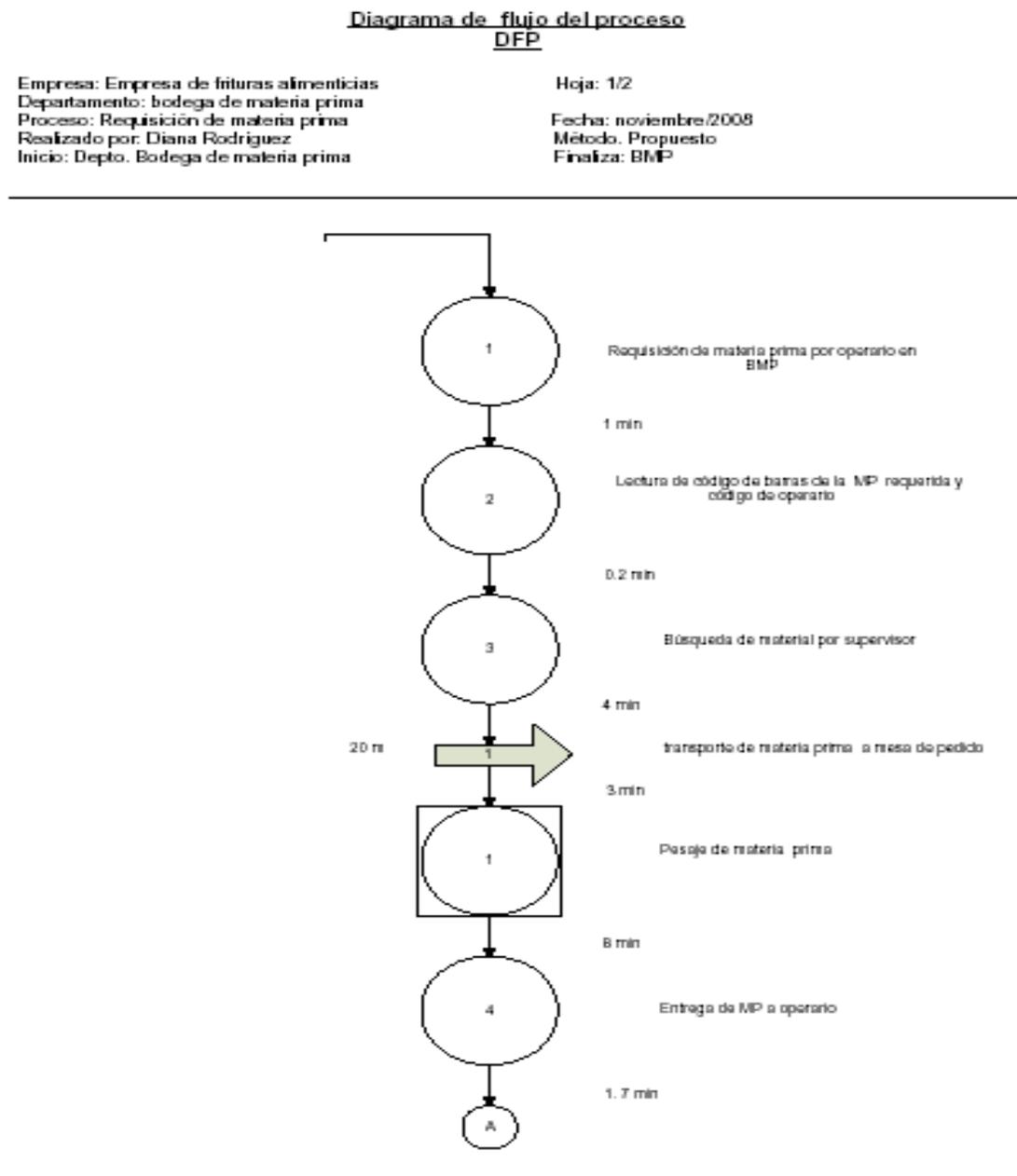
Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Diagrama de flujo de proceso de la requisición de materia prima, método actual, Hoja 3/3



Fuente: elaboración propia.

Figura 19. Diagrama de flujo de proceso de requisición de materia prima, método propuesto, hoja 1/2



Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Diagrama de flujo de proceso de requisición de materia prima, cuadro resumen**

Simbolo	Descripción	Total	Tiempo total en minutos	Distancia Total en metros
	Operación	4	6.9	
	Operación a Inspección	1	8	
	Transporte	2	3.25	20
Total		7	18.15	20

Fuente: elaboración propia.

3.7. Mantenimiento

Cuando se da una implementación, no sólo consiste en montar el equipo y capacitar al personal, también debe pensarse en el mantenimiento que se le dará al equipo, ya que de lo contrario, éste se arruinaría y deberá reponerse, incurriendo no sólo en gastos innecesarios sino también en retraso del proceso de requisición de materia prima y control de inventario.

La labor de mantenimiento, está relacionada conjuntamente con la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la

responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria y herramienta, equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral. A parte de evitar accidentes o lesiones dentro del puesto de trabajo, otro de los fines será mantener la línea de producción de frituras alimenticias funcionando de manera constante y eficiente, sin demoras innecesarias que resultarían de la falta de revisión del equipo de trabajo.

Lo ideal es que se realice un mantenimiento preventivo, que no es más que el que permite detectar fallos repetitivos, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos, disminuir costos de reparaciones, encontrar puntos débiles en la instalación, etc. En cuanto al equipo de código de barras el mantenimiento preventivo consiste en la revisión periódica de ciertos aspectos, tanto de *hardware* como de *software* la computadora. Estos influyen en el desempeño fiable del sistema, en la integridad de los datos almacenados y en un intercambio de información correcta, a la máxima velocidad posible dentro de la configuración optima del sistema.

Además el mantenimiento preventivo en general se ocupa en la determinación de condiciones operativas, de durabilidad y de confiabilidad de un equipo, ya sea en este caso, el lector óptico, la computadora, el *software* de lectura y operación e impresora de etiquetas que ayudará a reducir los tiempos que pueden generarse por mantenimiento correctivo.

3.7.1. Revisión de *hardware*

El *hardware* a utilizar deberá ser revisado constantemente, variando la frecuencia dependiendo del tipo de *hardware* que se utilice. A continuación se

encuentra el mantenimiento que debe darse a cada uno de los aparatos a utilizar en el proceso de requisición de materia prima y control de inventarios:

- Lector de código de barras

Los lectores o grabadores poseen en su interior un ojo denominado óptico (la lente del láser) el cual es uno de los elementos más importantes de estos dispositivos. Muchas veces, el lector hace ruidos extraños, le cuesta leer códigos o simplemente no los lee. El motivo más frecuente de este problema es la suciedad que cubre este ojo. La limpieza de ésta parece complicada pero en realidad no lo es. Solo se procede a sacarle los tornillos del lector (generalmente en el inferior de los costados) y sacar las tapas protectoras y la parte de adelante de la bandeja. Luego limpiar esas tapas con una aspiradora o trapo (para que al cerrarlo no se vuelva a ensuciar).

Adentro nos encontraremos con la bandeja y una plaqueta en la parte de abajo. Lo que se hace es soplar o sacudir el aparato para que al cerrarlo no se vuelva a ensuciar el ojo óptico. Después limpiar el ojo (muy cuidadosamente) con un trapo no muy áspero (puede ser un pañuelo) humedecido con alcohol isopropílico. Para no tener problemas no toquen ningún otro componente (como engranajes, cables, etc.). Luego armaremos el lector con las tapas protectoras. La limpieza incorrecta del ojo óptico puede dejar el lector inutilizable, siendo imposible la continuación del proceso de requisición de material prima, lo que provocaría un retraso en los procesos siguientes.

- Impresora de etiquetas

Muchas veces, en el caso de las impresoras de chorro a tinta, los caracteres o dibujos no salen en el papel como tendrían que salir, aun teniendo

tinta. Lo que se hace es levantar la tapa de la impresora y limpiar de polvo ese lugar con una aspiradora pequeña y con un trapo humedecido con algún líquido o crema limpiadora.

- Computadora personal con su respectivo teclado y *mouse*

Los periféricos como el *mouse* o el teclado son la interfaz entre el ordenador y el usuario, por lo tanto una limpieza del mismo, mejorara el desempeño del PC, así como la comodidad para el usuario, especialmente si el equipo es utilizado por largas horas. Uno de los que más necesita limpieza es el *mouse* por su constante uso. Lo primero que da problemas es la bolilla, ya que muchas veces no responde a los movimientos deseados. El problema más común es que las ruedas que mueven la bolilla se ensucian mucho, por lo cual no giran adecuadamente.

Para limpiar las ruedas, antes que nada, hay que apagar el ordenador y desenchufar el cable. El *mouse* en su parte inferior posee una tapa que se retira para localizar tres ruedas de diferentes tamaños, las cuales deben de limpiarse con un pequeño alfiler para retirar la suciedad que atasca las ruedas hasta lograr un buen movimiento de las mismas.

Para la limpieza del teclado únicamente debe pasarse una aspiradora por las teclas para retirar la tierra de entre los botones y limpiar los mismos con un trapo húmedo con un líquido limpiador.

Para la limpieza del monitor lo que se hace es limpiar la pantalla con un trapo humedecido con un líquido o crema limpiador, de arriba hacia abajo, con los cables desconectados. Los trapos deben estar ligeramente húmedos no mojados y toda limpieza debe realizarse con los cables desenchufados. Todo

mantenimiento deberá ser realizado por una persona calificada para realizar el mismo.

3.7.2. Revisión de *software*

Este tipo de *software* es muy difícil que falle, pero al presentarse algún problema se debe contactar al proveedor que por lo general ofrece soporte técnico y actualizaciones de *software* el cual puede ser incluido en la compra y después de cierto tiempo se puede contratar.

Figura 21. **Cronograma de mantenimiento de *hardware* y *software***

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
Revisión de <i>software</i>							
Programas de arranque de computador, <i>Windows</i>							
Programas de lector de código de barras							
Programas de impresión							
Vacuna para evitar cualquier virus en el computador							
Revisión de <i>hardware</i>							
Lector de código de barras							
Impresora de etiquetas							
Computadora personal con accesorios							

Fuente: elaboración propia.

4. FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

4.1. Costos de implementación

Para poder llevar a cabo este proyecto como cualquier otro deben tomarse en cuenta los costos de implementación que son todos los desembolsos en efectivo que deberán realizarse para poder llevar a cabo el proyecto de implementación de código de barras para el control de materia prima en la empresa. Para poder hacer una buena decisión se deberán tomar en cuenta los costos fijos y los costos variables para determinar si es rentable o factible echar a andar el proyecto económicamente hablando.

4.1.1. Costos fijos

Los costos fijos de implementación son aquellos que no cambian a través de un período y son los costos en los cuales la empresa deberá incurrir para la implementación del lector de código de barras para la materia prima. A continuación se muestran los costos fijos de implementación.

Tabla IX. **Costos fijos de implementación de lector de código de barras**

Descripción	Cantidad en quetzales
Computadora personal de al menos 4 Gb incluyendo <i>software</i>	Q. 9 000,00
Impresora de etiquetas <i>Ethernet</i> , Paralelo, Serie, USB 2.0, Resolución max. horizontal b/n: 203 ppp	Q. 4 570,00
Lector óptico modelo QS6000 de PSC incluido cable de conexión a teclado de PC	Q. 4 131,00
Capacitación de personal	Q. 675,00
Total	Q. 18 376,00

Fuente: elaboración propia.

4.1.2. Costos variables

Estos costos varían de acuerdo al nivel de producción que se tenga en la planta, lo que influirá directamente en la bodega de materia prima. A continuación se muestra en la tabla No. 10, los costos variables de implementación.

Tabla X. **Costos variables de implementación de lector de código de barras**

Descripción	Cantidad en quetzales
Etiquetas para impresión de código de barras: ancho 175 cm; largo 350 cm	Q.612,00
Tinta para impresión de etiquetas: botella de 1 litro	Q. 300,00

Fuente: elaboración propia.

4.2. Costo de operación

Estos son los costos que la empresa deberá afrontar para poder funcionar el nuevo sistema de control de inventarios basados en código de barras.

4.2.1. Costos comunes

Son los costos de almacenamiento en los que la empresa incurre, en ese caso los costos de almacenamiento de la materia prima.

4.2.2. Costos fijos

- Electricidad

Q. 1,23 kilowatt/hora/mes X 250 kilowatt consumo equipo de lector= Q 307,5

- Salarios de supervisores de BMP

Q. 15,75/h x 8h= Q.126/día

Q. 126/día x 30 = Q 3 780/mes

- Salario de auxiliar de ingeniería

Q.20,80/h x8h= Q 166,66/día

Q. 166,66/día x 30= Q5 000/mes

4.2.3. Costos variables

Como su nombre lo indica estos costos variaran dependiendo de la situación de producción, no siempre se darán y no siempre serán las mismas condiciones. En la empresa en donde se aplica este proyecto se tomarán en cuenta las horas extras de los auxiliares de ingeniería que son los que por lo general, debido a la sobrecarga de trabajo con el método actual deben ingresar al trabajo horas antes de su hora de entrada y retirarse horas después.

Basados en el artículo 121 del código de trabajo de Guatemala se tiene la siguiente fórmula:

$SD \div 30 \div 8 \times 1,5$ Valor Extra Diurno.

Donde SD es el salario diurno

Aplicando dicha fórmula se tiene:

$5\ 000 \div 30 \div 8 \times 1,5 = Q\ 31,25$ /hora extra.

Por lo general el auxiliar de Ingeniería hace 4 horas extra al día, lo que representaría:

$Q31,25 \times 4 = Q125/\text{día}$

$Q125 \times 20 \text{ días hábiles} = Q\ 2\ 500$ hora extra/mes.

4.3. Costo de mantenimiento

Los costos de mantenimiento serán en los que se debe incurrir para mantener el sistema operando adecuadamente sin fallas, evitando así retrasos

innecesarios en el proceso de requisición de materia prima, dividiéndose en mantenimiento preventivo y correctivo. El primer objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, etc. El mantenimiento preventivo debe evitar los fallos en el equipo antes de que estos ocurran.

El mantenimiento correctivo se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo de la máquina, instalación o equipo. Al no tener una revisión o mantenimiento preventivo, los riesgos de falla en el equipo aumentan generando un mantenimiento correctivo, incurriendo en costos mayores al tener que cambiar las piezas, ya sea del lector de códigos o de la computadora e impresora, o bien, un fallo en el *software* lector de códigos. Dentro de este tipo de mantenimiento podríamos contemplar dos tipos de enfoques:

- Mantenimiento paliativo o de campo (de arreglo)

Este se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provoco la falla.

- Mantenimiento curativo (de reparación)

Este se encarga de la reparación propiamente pero eliminando las causas que han producido la falla.

4.3.1. Costos fijos

Entre los costos fijos de mantenimiento se tomará en cuenta el mantenimiento preventivo del equipo necesario para el lector de código de barras, el cual ayudará a mantener en óptimas condiciones el equipo evitando incurrir en gastos mayores por mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo debe dársele al equipo de cómputo o PC para lo que se necesitará un antivirus para prevenir cualquier virus externo que pueda dañar el *software* de la computadora y por ende los datos almacenados en la misma, pudiendo perderse información valiosa acerca del inventario. La licencia de un antivirus puede oscilar entre Q 300,00 a Q 700,00 dependiendo de la marca.

Para el lector de código de barras únicamente se necesita una limpieza periódica utilizando paños con un valor aproximado en el mercado de

Q. 20,00 y alcohol isopropílico que el litro puede costar Q60,00 aproximadamente, también se necesita una aspiradora manual para limpiar todos los componentes, tanto de la computadora como del lector de código de barras. Una aspiradora manual para limpieza de equipo electrónico se cotiza en el mercado entre Q 200,00 y Q 300,00.

Como se puede apreciar el costo del mantenimiento preventivo es realmente bajo si se compara con el costo que representaría un mantenimiento correctivo.

4.3.2. Costos variables

Entre los costos variables se tomará en cuenta el mantenimiento correctivo que puede ocurrir al no dársele un fiel seguimiento periódico al mantenimiento preventivo, incurriendo en gastos altos e innecesarios, ya que podría variar entre el cambio de una pieza, ya sea de la computadora, impresora o lector de código de barras o peor aún, incurrir en la compra de equipo nuevo, debido a que en muchas ocasiones, el costo de mantenimiento correctivo es muy similar al equipo nuevo.

Se debe evitar en lo posible, llegar a tener un mantenimiento correctivo, ya que ello implicaría una demora o retraso en la entrega de materia prima, lo que representaría un alza en los costos de producción y por ende de mano de obra al tener que paralizar el sistema de lector de código de barra para el control de inventario.

4.4. Beneficios económicos

Al implementar este nuevo sistema de lector de código de barras para el control de materia prima se tendrá muchas ventajas económicas en varios aspectos. Entre los que se cuentan:

- Ahorro de horas extras: al implementar el sistema se obtendrá un ahorro significativo de horas extras, ya que el auxiliar de ingeniería que es el encargado de llevar el control actual de las boletas de requisición de materia prima, al tener implementado el nuevo sistema, no se verá en la necesidad de trabajar más horas que las establecidas en su horario de trabajo, ya que con el tiempo reducido en horas de trabajo debe ser capaz

de terminar todas las tareas asignadas al puesto, sin incurrir en la necesidad de llegar antes del horario establecido y salir fuera de horario regular diurno.

Al implementar este nuevo sistema el auxiliar de ingeniería reducirá grandemente el estrés que produce la realización del reporte diario de proyección de producción con información incompleta o no cotejada correctamente con el departamento de bodega de materia prima y supervisión de producción que realizar un reporte cada mañana con información incompleta para poder hacer proyecciones de producción diaria, decreciendo los errores que pueden significar grandes pérdidas al ya sea, exceso de producción o menos producción de la necesitada.

Tabla XI. **Comparación de costos de salarios de método actual vs. propuesto**

	Actual	Propuesto
Salario mensual	Q.5,000.00	Q5,000.00
Horas extras	Q.2,500.00	Q.0.00
Total	Q. 7,500.00	Q.5,000.00

Fuente: elaboración propia.

Al hacer una comparación se tiene un ahorro mensual de Q 2 500,00 al mes, lo que en un año significaría Q 30 000,00, por lo tanto si hay una diferencia significativa entre el método anterior y el propuesto.

- Ahorro en control de inventario: con el lector de código de barras disminuyen los costos de control de inventario debido a que no existen, traslapes o duplicación de información entre departamentos de bodega de

materia prima y departamento de ingeniería, haciendo al sistema más rápido y efectivo dando una producción a tiempo y generando proyecciones producción más exactas volviéndola a la empresa más competitiva al utilizar tecnología más avanzada para la simplificación de tareas.

- Ahorro en costo de almacenaje: al no utilizar papeletas disminuyen o desaparecen por completo los espacios necesarios para el almacenaje de esta información que debido a inventarios no puede ser desechada en ningún momento siendo éstas apiladas en estanterías en el área de bodega de materia prima aumentando los costos de almacenaje, debido a que en vez de utilizar este espacio para el almacenaje de materia prima física se desperdicia en almacenaje de boletas obsoletas.

Con la implementación del lector de código de barras toda la información sobre las requisiciones de materia prima se encontrará en el disco duro de la computadora, eliminando totalmente el espacio innecesario que ocupan actualmente las boletas de requisición.

- Ahorro en impresión de papeletas: al contar con el nuevo sistema se ahorra en la impresión mensual de las boletas de diferente tamaño y color para identificar cada producto. Un tiraje de 1 000 boletas cuesta Q.700,00 y semanalmente son necesitadas dependiendo de la producción aproximadamente 1 200 papeletas.
- Llevar un mejor control de inventario: al existir un mejor control de inventarios de frituras alimenticios se reduce drásticamente el exceso del mismo, teniendo en existencia de bodega de materia prima el material

necesario para la producción de la fritura reduciendo grandemente los costos de almacenaje.

- Relación beneficio/costo del proyecto: para determinar si realmente vale la pena aplicar el método propuesto se muestra una relación beneficio/costo, utilizando la siguiente fórmula:

Ingresos

Egresos

$$B/C = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{Vi}{(1+i)^i}}{\sum_{i=0}^n \frac{Ci}{(1+i)^i}}$$

Donde:

B/C = Relación Beneficio / Costo

Vi = Valor de la producción (beneficio bruto)

Ci = Egresos (i = 0, 2, 3,4...n)

i = Tasa de descuento

Costos:

Costos fijos de implementación Q 18 376,00

Costos variables de implementación Q 912,00

Costos fijos de operación Q. 9 087,00 x 12=109 044,00

Costos variables de operación Q 2 500 x 12=30 000

Costos de mantenimiento Q.3 000,00

Costos de almacenamiento papeletas Q. 3 000,00 x 12=36 000

Beneficios esperados: Q. 15 000 al mes X 12=Q 180 000

De acuerdo al análisis beneficio/costo el cual se utiliza para evaluar una propuesta o un proyecto para la toma de decisiones proveyendo un peso total de los gastos previstos contrapuestos a los beneficios previstos de una o más opciones a fin de seleccionar la más rentable. El costo-beneficio es una lógica o razonamiento basado en el principio de obtener los mayores y mejores resultados al menor esfuerzo invertido, tanto por eficiencia técnica como por motivación humana. Se supone que todos los hechos y actos pueden evaluarse bajo esta lógica, aquellos dónde los beneficios superan el costo son exitosos, caso contrario fracasan.

El análisis de la relación beneficio/costo, toma valores mayores, menores o iguales a 1, lo que implica que:

- $B/C > 1$ implica que los ingresos son mayores que los egresos, entonces el proyecto es aconsejable.
- $B/C = 1$ implica que los ingresos son iguales que los egresos, entonces el proyecto es indiferente.
- $B/C < 1$ implica que los ingresos son menores que los egresos, entonces el proyecto no es aconsejable.

Tomando una vida útil de equipo de 5 años a una tasa anual de 12% se tiene que la relación beneficio/costo es de 1,06 por lo que el proyecto se hace aconsejable, ya que el beneficio es mayor que los costos.

5. MEJORA CONTINUA

En la implementación de todo sistema se debe llevar a cabo un monitoreo que indique si realmente es efectivo y genere a la empresa ganancias a mediano o largo plazo, poniendo en marcha una supervisión constante utilizando diferentes herramientas como pueden ser parámetros estadísticos y hojas de control para poder evaluar la mejora del sistema y buscar mejora continua para asegurar la estabilización del proceso de requerimiento de materia prima y tomar en cuenta una posible mejora en la requisición de materiales generando beneficios importantes como la disminución de tiempo de pedido de material, reducción en costos, duplicidad de tareas , aumento de eficiencia de los empleados.

La mejora continua se basa en planificar, hacer, verificar y actuar.

- Planificar: con el uso del lector de código de barras se tiene un mejor control del inventario de materia prima en existencia, por ende esto facilita a una mejor planificación de producciones futuras y pedido de materiales, así como reducción de costo de almacenaje e inventario.
- Hacer: es en este paso cuando se debe poner en práctica el proceso de requisición de materia prima utilizando lectores de códigos de barras para obtener información oportuna en canto a la producción diaria basada en la requisición de material y boletas de empaque.
- Verificar: se debe hacer una verificación constante de los datos obtenidos en el sistema de utilizando hojas de control para tener un mayor control

sobre la eficacia y eficiencia del nuevo método para el control de inventarios utilizando la tecnología como el lector de barras.

- Actuar: en esta etapa se debe evaluar, basados en la etapa de verificación sobre el manejo correcto de la requisición de materiales a la bodega de materia prima utilizando el método propuesto de control de inventarios para determinar si es necesario hacer cambios o localizar oportunidad de mejoras que garanticen un requerimiento de materia prima más eficaz.

Figura 22. **Modelo de gestión de calidad de Deming (PHVA)**



Fuente: internet/www.iram.org.org

5.1. Análisis de parámetros del método propuesto

Para poder analizar el método propuesto se tomarán en cuenta ciertos parámetros estadísticos que serán valores representativos de la población que al analizarlos servirán para ajustar el proceso a una realidad y un modelo ideal

que permita la toma de decisiones en cuanto al correcto procedimiento de requisición de materiales primos para control de inventarios.

Este análisis reduce costos y tiempo, puede aplicarse a personas, en este caso, a los supervisores de materia prima como a los auxiliares de ingeniería; o a los procesos, como será la lectura de los códigos de barras de la materia prima al momento de hacer la requisición y verificar que el registro del lector óptico sea el correcto en el sistema contrastado con un inventario físico.

Al analizar estas estadísticas se trata de identificar las causas de las desviaciones para tratar de eliminarlas, aumentando la productividad del proceso de requisición de materia prima y por ende aumenta la productividad de la empresa. Estos parámetros se analizan a detalle en el inciso 5.1.2.

5.1.1 Formatos para control de evaluación del personal

Para lograr obtener información precisa en cuanto al desempeño del personal que estará trabajando directamente con el proceso de requisición de materia prima y poder evaluar sus fortalezas y debilidades tanto como hacer los cambios o capacitaciones necesarias para que el proceso se realice correctamente se presenta en la figura 9 un formato de evaluación de personal para el control de inventarios basados en el principio 1 de la gestión de calidad: enfoque al cliente.

Debido a que en todo proceso el fin último es satisfacer al cliente, se tomará como enfoque al cliente como primer objetivo. Los clientes del departamento de bodega de materia prima, serán el departamento de producción y más específico en este caso se observó que el cliente para el

supervisor de bodega de materia prima, quien entrega el material necesario para la producción de la jornada de trabajo sería el operario que la solicita.

Por lo tanto, en base a este formulario se podrá medir tanto el trabajo llevado a cabo por el supervisor como la satisfacción de su cliente (operario), determinado como por ejemplo:

- Cumplimiento de los requerimientos
- Tiempo de entrega

Después de haber evaluado al personal debe dársele una retroalimentación acerca de su evaluación para hacerle saber sus puntos fuertes y aquellos en los cuales debe mejorar y darle la oportunidad a expresar sus ideas acerca del nuevo equipo lector de código de barras.

Figura 23. **Formato propuesto de control de evaluación de personal del área de bodega de materia prima para despacho de requisición de material**

Formato de control de evaluación de personal					
Realizado por:		Autorizado por:			
Departamento: bodega de materia prima		Actividad: despacho de requisición de materia prima			
Nombre empleado:		Código:			
Fecha:		Turno:			
Descripción		0	1	2	3
Sabe manejar el lector óptico con eficiencia y rapidez					
Conoce la localización del material dentro del área de bodega					
El pesaje de la materia prima es exacto					
El pesaje de materia prima es rápido					
El despacho de la materia prima es rápido					
Sabe manejar el equipo de cómputo con destreza					
0= no realizado		1=inferior			
2=bueno		3= superior			

Fuente: elaboración propia.

5.1.1. Estadísticos para control

Al controlar estadísticamente el proceso, no se tratará de amoldarlo a la conveniencia sino controlarlo mediante la ayuda de estadísticos de control de calidad para lograr identificar las discrepancias que puedan existir con las lecturas de códigos de barras de materia prima ingresada al sistema de cómputo y el conteo físico de la misma. Con ello se logrará identificar la eficacia de la implementación del sistema de código de barras contrastado con el método antiguo. Para ello se proponen poner en práctica los siguientes estadísticos:

Muestra: se debe tomar una muestra significativa de la población para poder basar todos los datos estadísticos en esta muestra para luego hacer la inferencia a toda la población. Siendo la población la lectura de datos de los códigos de barras de los diferentes tipos de materia prima, para determinar la muestra se tiene la siguiente fórmula:

$$n = \frac{t^2 \times p(1 - p)}{m^2}$$

Descripción:

n = tamaño de la muestra requerido

t = nivel de fiabilidad de 95% (valor estándar de 1,96)

p = prevalencia estimada de lecturas correctas por el lector de código de barras

m = margen de error de 5% (valor estándar de 0,05).

Para la aplicación de esta fórmula se hará la proyección de los datos para un mes, tomando en cuenta un estimado de 1 125 lecturas semanales de códigos de barras:

- t = 95% de nivel de fiabilidad con z=1,96
- p = 0,90 la proporción o prevalencia de lecturas correctas
- m = margen de error de 5%
- n = tamaño de la muestra requerida

$$n = [1,96^2 \times 0,9(10,9)] / 0,05^2$$

$$n = 138$$

Por lo tanto se requiere un muestreo de 138 lecturas de códigos de barras para poder hacer una inferencia de toda la población.

Media muestral: la media muestral mostrará las características de las lecturas del lector óptica teniendo en cuenta a todos los casos presentados o tomados en la muestra de la población. La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$\bar{X}_n = T(X_1, X_2, \dots, X_n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

Donde \bar{X}_n = media muestral

$$\sum_{i=1}^n X_i = \text{sumatoria de datos de 1 hasta } n$$

n = total de datos proporcionados

Para la aplicación de esta fórmula se hará la proyección de los datos para un mes, tomando en cuenta un estimado de 1125 lecturas semanales de códigos de barras, estimando una proporción del 90% de lecturas correctas

$p = 0,90$ la proporción o prevalencia de lecturas correctas

$\sum_1^{138} \frac{124}{138} = 0,89$ será la media muestral tomando una proporción del 90% de exactitud.

Desviación estándar: servirá como datos de referencia para verificar cuan exactos son las lecturas del lector óptico de código de barras, y cuan alejadas están estas lecturas de sus valores promedios. Si la desviación es muy alta, se debe analizar las razones por las cuales sucede esta imperfección y mejorarlas. Entre los errores que pueden producir una desviación alejada de la media muestral podría ser un virus en el sistema de cómputo, el lector óptico se encuentre sucio, poca capacidad del supervisor para operar el equipo, problemas en la impresora de etiquetas, etc. La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}$$

donde: S_x^2 = desviación estándar muestral

$\sum_{i=1}^n (xi - X)^2$ = sumatoria de las diferencia entre los datos y la media muestral

n = total de datos proporcionados.

Para la aplicación de esta fórmula se hará la proyección de los datos para un mes, tomando en cuenta un estimado de 1 125 lecturas semanales de códigos de barras, estimando una proporción del 90% de lecturas correctas.

Siendo: $\sum_1^{138} (0,5 - 0,89)^2 / 138 = 0,152$ la desviación estándar

Error muestral: se debe tomar en cuenta el error de muestreo usualmente ocurre cuando no se lleva a cabo el estudio completo de la población, sino que se toma una muestra para estimar las características de la población. En este caso si puede existir error muestral ya que debido a la gran cantidad de lecturas diarias en las tres jornadas sería muy difícil hacer las lecturas del verificador de código de barras para cada requisición de materia prima.

El error muestral es medido por el error estadístico, en términos de probabilidad bajo la curva normal. El resultado de la media indica la precisión de la estimación de la población basada en el estudio de la muestra. Mientras más pequeño el error muestral, mayor es la precisión de la estimación.

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$E = \sqrt{(p \cdot q) / n}$$

Donde:

E: error muestral

P: proporción de éxito

Q: proporción de fracaso

N: muestra

Para la aplicación de esta fórmula se hará la proyección de los datos para un mes, tomando en cuenta un estimado de 1125 lecturas semanales de códigos de barras, estimando una proporción del 90% de lecturas correctas.

$$E = \sqrt{(0,9 \cdot 0,1) / 138} = 0,0255 = 2,55\% \text{ de error en las lecturas de códigos de barras}$$

5.1.2. Hojas de verificación

Las hojas de verificación servirán para llevar un registro y compilar datos de la lectura de los códigos de barras mediante un método sencillo, rápido y sistemático como la anotación de marcas asociadas a la ocurrencia de las lecturas correctas o incorrectas del lector óptico, proporcionando rápidamente las tendencias o patrones subyacentes en dichas lecturas. Al llenar la hoja de verificación se debe hacer de tal forma que interfiera lo menos posible con el proceso de requisición y despacho de materia prima en el área de bodega de materiales primos.

A continuación se presenta un ejemplo de hoja de verificación para el proceso de lectura de códigos de barras de la materia prima.

Figura 24. **Formato propuesto de hoja de verificación del proceso**

Hoja de verificación del proceso		
Realizado por:	Autorizado por:	
Departamento: bodega de materia prima	Actividad: despacho de requisición de materia prima	
Fecha:	Turno:	
Empleado:	Código:	
Descripción	frecuencia	total
Lectura de código de MP erróneo por lector óptico		
Impresión incorrecta de calcomanía de código de barras		
Almacenaje de datos incorrectos en el sistema de computación		
Lectura incorrecta de código de empleado		
Otros		

Fuente: elaboración propia.

5.1.3. Resultados y formatos de control para auditoria

Una auditoria debe ser llevada a cabo por alguien que de preferencia esté fuera del proceso para que no exista ningún tipo de sesgo, en este caso los encargados de llevar el control y verificar la eficacia del proceso de requisición de materia prima es el departamento de control de calidad, el cual debe indicar en donde se encuentran las fallas y el porcentaje de error para poder corregirlos y tener una mejor planeación, organización o dirección.

Uno de los principales objetivos de este control es no sólo detectar errores actuales sino prevenir errores futuros ya sea de mantenimiento del equipo de cómputo, de lector de código de barras, de la impresora de etiquetas o de capacitación de cualquiera de los empleados involucrados con el proceso, por mencionar algunos puntos donde puede existir fallas.

Es de gran importancia que el departamento de calidad verifique la eficiencia con la nueva implementación del sistema de control de inventarios utilizando código de barras para poder compararlo con el método anterior y poder verificar si realmente vale la pena dicha implementación y hacer mejoras a futuro para incrementar en la medida de lo posible la productividad no sólo del departamento de ingeniería o de bodega de materia prima sino el área de producción al hacer más rápido el proceso de requisición.

Para poder hacer una auditoría correcta el auditor de calidad debe conocer a cabalidad el proceso completo de requisición de materia prima tanto anterior como el de la nueva implementación para poder ofrecer un análisis completo y sobre todo correcto del proceso de control de inventarios, para lo cual deberá auxiliarse de los diagramas de flujo tanto del método anterior como

del método propuesto y en base a ello puede llenar una lista de verificación de auditoría interna de calidad.

En la figura 24, se propone una lista de verificación de auditoría interna para el proceso de requisición de materia prima basados en los formatos de auditoría de las normas ISO.

Figura 25. Formato propuesto para lista de verificación de auditoría interna de calidad del proceso de requisición de materia prima

		Lista de verificación de auditoría interna de calidad		
Fecha:		Auditoría No.		página
Auditor de calidad			Departamento auditado:	
Requisito	Pregunta No.	Pregunta	Cumplimiento SI/NO/NA	comentarios
		Responsabilidad de la dirección		
		¿La política de calidad ha sido comunicada al departamento o área?		
		¿Se ha asegurado que los jefes de área entiendan en su totalidad las políticas de calidad?		
		¿Existen procesos de comunicación apropiados entre los departamentos y la dirección		
		Bodega de materia prima		

Continuación Figura 24...

		¿Cómo se muestra o mide el tiempo de respuesta o atención al cliente (operador)?		
		¿Cómo se mide el grado de confiabilidad de la lectura del código de barras?		
		¿Los registros del sistema de cómputo se mantienen actualizados y organizados?		
		¿Los registros del sistema de cómputo de control de inventarios se encuentran disponibles a cualquier turno?		

Fuente: elaboración propia.

Al completar la lista de verificación de las conformidades o inconformidades del proceso, el auditor debe dar un informe de las no conformidades o las violaciones al proceso de requerimiento de materia prima del área de bodega y las acciones relacionadas con la misma, porque en muchas ocasiones el problema no se da en las áreas en sí mismas sino en la dirección o con departamentos relacionados, al mismo tiempo del informe se debe trasladar a las autoridades pertinentes la acción correctiva llevada a cabo.

A continuación se presenta un ejemplo de formato de no conformidades y acción correctiva.

Figura 26. **Formato propuesto para informe de no-conformidad y acción correctiva**

Informe de no-conformidad y acción correctiva		
Fecha:	Auditoría No.	página
Auditor de calidad	Departamento auditado:	
Descripción de la no conformidad:		
Acción correctiva tomada por el departamento		
Descripción de la acción correctiva		
Firma auditor:	Firma encargado departamento:	

Fuente: elaboración propia.

5.1.5. Beneficios obtenidos

Con la puesta en marcha del nuevo sistema de control de inventarios utilizando código de barras, así como, la generación de un programa de mejora continua mediante la verificación de procesos, análisis de estadísticos, auditorías internas del proceso se obtienen grandes beneficios, como lo son la reducción de tiempos en cada una de las operaciones relacionadas con el control de inventarios de materia prima, Al disminuir los tiempos se hace más eficiente el sistema y por ende más productivo. Al estar todos los departamentos relacionados y actuando en cadena la mejora del departamento de BMP ayudará a la mejora de otro posterior a él.

En este caso al ser más efectivo el departamento de bodega de materia prima, influye en una mejora significativa para el departamento de producción, el cual está posterior en la cadena de proceso.

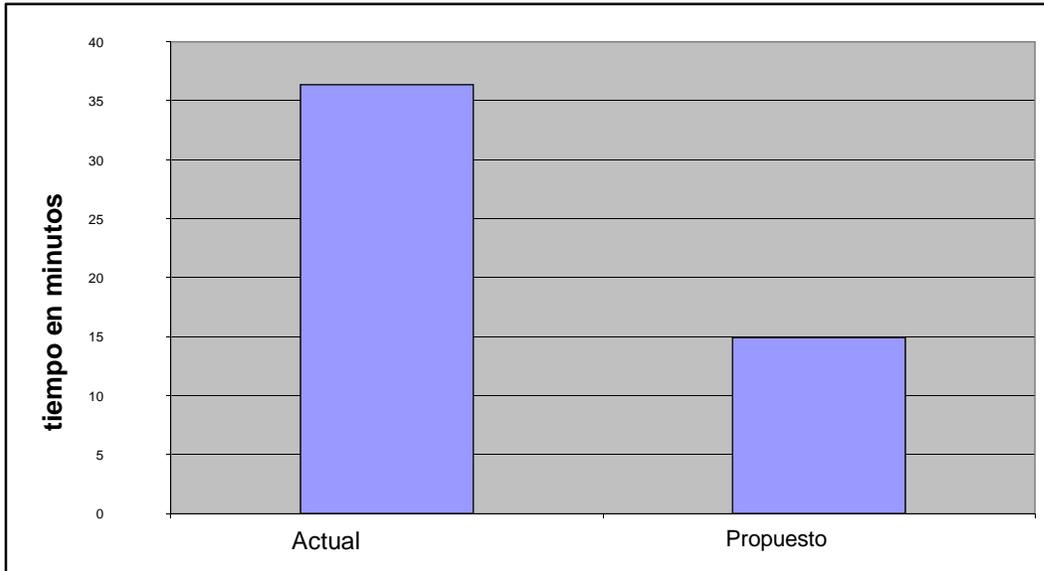
También da lugar a la identificación de cada uno de los pasos y la medida de cada uno de ellos.

Con las auditorías internas se pueden identificar los errores o no conformidades del proceso de requerimiento de materiales en el área de bodega de materia prima, para implementar acciones correctivas o preventivas para mejorar la calidad del proceso, haciendo tangible y medible el resultado de la implementación dando lugar a localizar puntos de mejora.

Así mismo, se puede determinar las responsabilidades de cada departamento con el proceso de requisición de materiales y control de inventario.

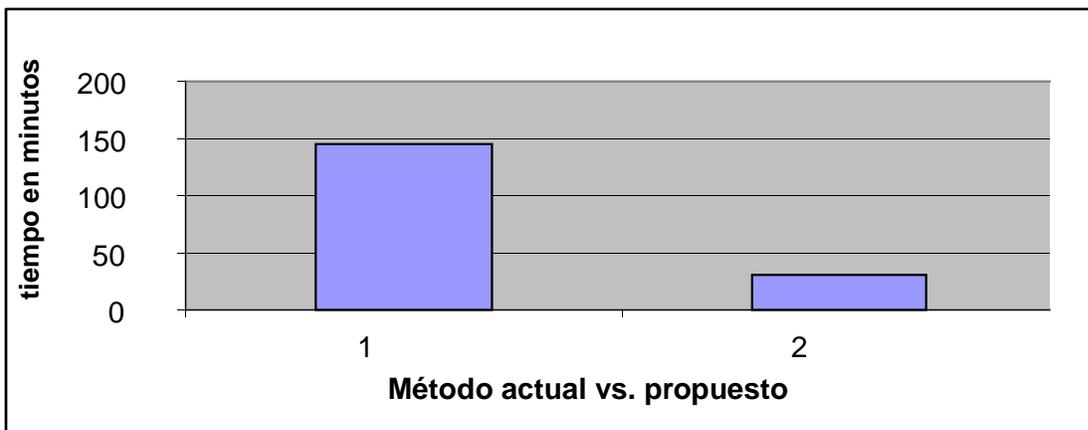
Con el control de auditorías se puede verificar la disponibilidad de los datos registrados en cualquier momento.

Figura 27. **Gráfico de mejora de tiempo método actual vs propuesto en el departamento de BMP**



Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Gráfico de mejora de tiempo de control de inventarios Departamento de ingeniería**



Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Actualmente es necesaria la implementación de tecnología de código de barras para el aumento de productividad de la empresa de frituras alimenticias.
2. El análisis costo-beneficio para la implementación del sistema de código de barras para el mejoramiento del proceso de control de inventario es aconsejable la puesta en marcha del mismo debido a que el beneficio es mayor que el costo de implementación.
3. Con el sistema de código de barras los tiempos de requisición y control de materia prima disminuyen en un 58,84% según la comparación de los datos obtenidos en las tablas IV y VI.
4. El método propuesto mejora el proceso de requisición de materia prima haciéndolo más rápido y efectivo.
5. El sistema de lectura de código de barras proporciona información oportuna y actualizada acerca del inventario.
6. Un programa de capacitación para la utilización del sistema lector de código de barras permite que el personal analice patrones de datos para localizar puntos de mejora.

7. Con la implementación del nuevo sistema se reducen los tiempos, no sólo, de requisición de materiales en el departamento de bodega de materia prima, sino del control por parte del departamento de Ingeniería, aumentando la productividad de ambos departamentos.

RECOMENDACIONES

1. Implementar tecnología de código de barras para el control de inventarios.
2. Es importante crear un programa de capacitación sobre el manejo del equipo lector de código de barras con el fin de crear un equipo de trabajo que contribuya al mejoramiento del requerimiento y control de materia prima, incluyendo desde el inicio del programa al proveedor del equipo.
3. Se debe crear hojas de verificación para llevar un registro de datos de las lecturas de códigos de barras con el fin de obtener patrones subyacentes en las lecturas para poder localizar puntos de mejora.
4. Crear programas de mantenimiento preventivo utilizando las horas más ociosas detallando el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios “a la mano”, para evitar incurrir en el mantenimiento correctivo.
5. Los formatos de control de auditoria deben diseñarse de acuerdo a las necesidades de la empresa enfocadas en el rápido reconocimiento de fallas y corrección de las mismas.

BIBLIOGRAFÍA

1. BACA URBINA, Gabriel. *Evaluación de proyectos*. 4a. ed. México: McGraw-Hill, 2001. 292 p.
2. BESTERFIELD, Dave H. *Control de la calidad*. 4a. ed. México: Prentice Hall, 1995. 620 p.
3. DE LEÓN ECHEVERRÍA, Alejandro. "Diseño de un sistema para tener registros de inventario, exactos, en una empresa de productos de consumo masivo en Guatemala". Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009. 96 p.
4. MOTA BALDIZÓN, Walter Vinicio. "Diseño e implementación de un sistema para control en una bodega de repuestos". Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004. 129 p.
5. NIEBEL, Benjamín, *Ingeniería de métodos, tiempos. y movimientos*. 9a. ed. México: Alfa y Omega ediciones, 1996. 1 054 p.
6. SANTIZO ALONZO, Baudilio. "Diseño de un sistema de control de inventarios y manejo de materiales para una planta de envasado de productos hidroalcohólicos". Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005. 66 p.

7. SOLOGAISTOA ROMERO, Luis Alberto. "Programación de producción y manejo óptimo de inventarios en la cortadora de papel de una fábrica de pila seca". Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. 680 p.

8. TAHA, Handy. *Investigación de operaciones*. 6a. ed. México: Prentice Hall, 1998. 355 p.

9. TELLO ROJAS, Marco Vinicio. "Implementación de un nuevo sistema de manejo de inventarios, en un centro de distribución de conductores eléctricos". Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005. 77 p.